



(10) 申请公布号 CN 118382950 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 23

(21) 申请号 202280081984.3

(22) 申请日 2022.12.23

(30) 优先权数据

2021-210398 2021.12.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/047544 2022.12.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/120687 JA 2023.06.29

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都

(72) 发明人 井原将之

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 赵雨桐

(51) Int. Cl.

H01M 10/0568 (2006.01)

H01M 10/052 (2006.01)

H01M 50/414 (2006.01)

H01M 50/42 (2006.01)

H01M 50/423 (2006.01)

H01M 50/426 (2006.01)

H01M 50/434 (2006.01)

H01M 50/446 (2006.01)

H01M 50/449 (2006.01)

H01M 50/451 (2006.01)

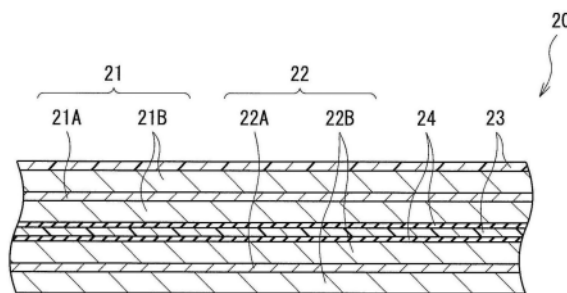
权利要求书2页 说明书43页 附图6页

(54) 发明名称

二次电池

(57) 摘要

二次电池具备:正极,包含正极活性物质层;负极,包含负极活性物质层;隔膜及耐热层,配置在该正极与负极之间;以及电解液,包含电解质盐。耐热层至少配置在正极活性物质层和负极活性物质层相互对置的区域,并且具有比隔膜的熔点或分解温度高的熔点或分解温度。电解质盐包含酰亚胺阴离子,该酰亚胺阴离子包含由式(1)表示的第一酰亚胺阴离子、由式(2)表示的第二酰亚胺阴离子、由式(3)表示的第三酰亚胺阴离子以及由式(4)表示的第四酰亚胺阴离子中的至少一种。



1. 一种二次电池, 具备:

正极, 包含正极活性物质层;

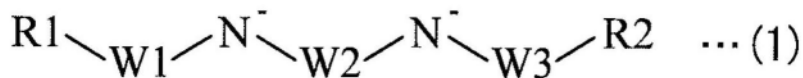
负极, 包含负极活性物质层;

隔膜及耐热层, 配置在所述正极与所述负极之间; 以及

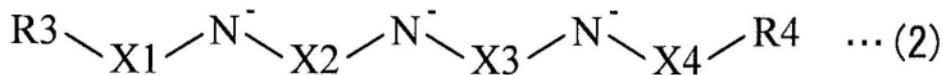
电解液, 包含电解质盐,

所述耐热层至少配置在所述正极活性物质层和所述负极活性物质层相互对置的区域, 并且具有比所述隔膜的熔点或分解温度高的熔点或分解温度,

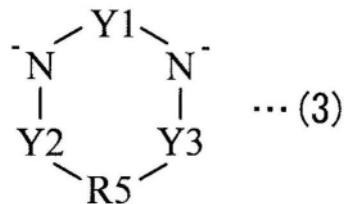
所述电解质盐包含酰亚胺阴离子, 所述酰亚胺阴离子包含由式 (1) 表示的第一酰亚胺阴离子、由式 (2) 表示的第二酰亚胺阴离子、由式 (3) 表示的第三酰亚胺阴离子以及由式 (4) 表示的第四酰亚胺阴离子中的至少一种,



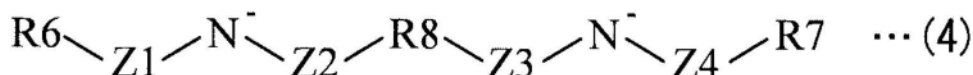
R1 以及 R2 分别是氟基以及氟化烷基中的任一种, W1、W2 以及 W3 分别是羰基即 $>C=O$ 、亚磺酰基即 $>S=O$ 以及磺酰基即 $>S(=O)_2$ 中的任一种,



R3 以及 R4 分别是氟基以及氟化烷基中的任一种, X1、X2、X3 以及 X4 分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种,



R5 是氟化亚烷基, Y1、Y2 以及 Y3 分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种,



R6 以及 R7 分别是氟基以及氟化烷基中的任一种, R8 是亚烷基、亚苯基、氟化亚烷基以及氟化亚苯基中的任一种, Z1、Z2、Z3 以及 Z4 分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。

2. 根据权利要求 1 所述的二次电池, 其中,

所述耐热层包含高分子化合物,

所述高分子化合物包含聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺以及聚四氟乙烯中的至少一种。

3. 根据权利要求 1 所述的二次电池, 其中,

所述耐热层包含氧化物,

所述氧化物包含氧化铝、氧化钛、氧化硅以及氧化锆中的至少一种。

4. 根据权利要求 3 所述的二次电池, 其中,

所述耐热层进一步包含保持所述氧化物的高分子化合物,

所述高分子化合物包含聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚

对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺、聚四氟乙烯以及聚偏氟乙烯中的至少一种。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的二次电池,其中,所述耐热层设置于隔膜。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的二次电池,其中,所述电解质盐包含轻金属离子作为阳离子。

7. 根据权利要求6所述的二次电池,其中,所述轻金属离子包含锂离子。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的二次电池,其中,所述电解液中的所述电解质盐的含量为 0.2mol/kg 以上且 2mol/kg 以下。

9. 根据权利要求1至7中任一项所述的二次电池,其中,所述电解液进一步包含六氟磷酸锂,所述电解质盐包含阳离子以及所述酰亚胺阴离子,所述六氟磷酸锂包含锂离子以及六氟磷酸根离子,所述电解液中的所述阳离子的含量与所述电解液中的所述锂离子的含量之和为 0.7mol/kg 以上且 2.2mol/kg 以下,

所述电解液中的所述六氟磷酸根离子的摩尔数相对于所述电解液中的所述酰亚胺阴离子的摩尔数的比例为 $13\text{mol}\%$ 以上且 $6000\text{mol}\%$ 以下。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的二次电池,其中,所述电解液进一步包含不饱和环状碳酸酯、氟化环状碳酸酯、磺酸酯、二羧酸酐、二磺酸酐、硫酸酯、腈化合物以及异氰酸酯化合物中的至少一种。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的二次电池,其中,所述电解液进一步包含六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、双(氟磺酰基)酰亚胺锂、双(草酸)硼酸锂以及二氟磷酸锂中的至少一种。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的二次电池,其中,所述二次电池是锂离子二次电池。

二次电池

技术领域

[0001] 本技术涉及一种二次电池。

背景技术

[0002] 由于移动电话等多种电子设备正在普及,因此作为小型且轻量并且可以得到高能量密度的电源,正在进行二次电池的开发。该二次电池具备正极、负极以及电解液,关于该二次电池的结构进行了各种研究。

[0003] 具体而言,电解液包含由 $R_F^1-S(=O)_2-NH-S(=O)_2-NH-S(=O)_2-R_F^2$ 表示的酰亚胺化合物(例如,参照专利文献1。)。另外,电解液的电解质盐包含由 $F-S(=O)_2-N^--C(=O)-N^--S(=O)_2-F$ 或者 $F-S(=O)_2-N^--S(=O)_2-C_6H_4-S(=O)_2-N^--S(=O)_2-F$ 表示的酰亚胺阴离子(例如,参照非专利文献1、2。)

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:中国专利第102786443号说明书

[0007] 非专利文献

[0008] 非专利文献1:Faiz Ahmed等,“Novel divalent organo-lithium salts with high electrochemical and thermal stability for aqueous rechargeable Li-Ion batteries”,*Electrochimica Acta*,298,2019年,709-716

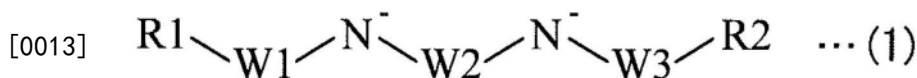
[0009] 非专利文献2:Faiz Ahmed等,“Highly conductive divalent fluorosulfonyl imide based electrolytes improving Li-ion battery performance:Additive potentiating”,*Journal of Power Sources*,455,2020年,227980

发明内容

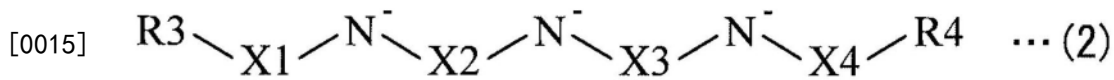
[0010] 关于二次电池的结构进行了各种研究,但该二次电池的电池特性还不充分,因此还有改善的余地。

[0011] 期望能够得到优异的电池特性的二次电池。

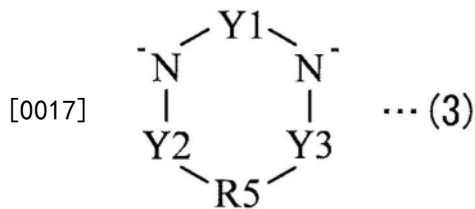
[0012] 本技术的一个实施方式的二次电池具备:正极,包含正极活性物质层;负极,包含负极活性物质层;隔膜及耐热层,配置在该正极与负极之间;以及电解液,包含电解质盐。耐热层至少配置在正极活性物质层和负极活性物质层相互对置的区域,并且具有比隔膜的熔点或分解温度高的熔点或分解温度。电解质盐包含酰亚胺阴离子,该酰亚胺阴离子包含由式(1)表示的第一酰亚胺阴离子、由式(2)表示的第二酰亚胺阴离子、由式(3)表示的第三酰亚胺阴离子以及由式(4)表示的第四酰亚胺阴离子中的至少一种。



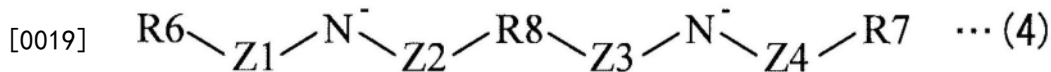
[0014] (R1以及R2分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。W1、W2以及W3分别是羰基(>C=O)、亚磺酰基(>S=O)以及磺酰基(>S(=O)₂)中的任一种。)



[0016] (R3以及R4分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。X1、X2、X3以及X4分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)



[0018] (R5是氟化亚烷基。Y1、Y2以及Y3分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)



[0020] (R6以及R7分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。R8是亚烷基、亚苯基、氟化亚烷基以及氟化亚苯基中的任一种。Z1、Z2、Z3以及Z4分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)

[0021] 根据本技术的一个实施方式的二次电池,隔膜及耐热层配置在正极与负极之间,该耐热层至少配置在正极活性物质层和负极活性物质层相互对置的区域,并且具有比隔膜的熔点或分解温度高的熔点或分解温度,电解液的电解质盐包含第一酰亚胺阴离子、第二酰亚胺阴离子、第三酰亚胺阴离子以及第四酰亚胺阴离子中的至少一种作为酰亚胺阴离子,因此能够得到优异的电池特性。

[0022] 需要说明的是,本技术的效果不一定限定于在此说明的效果,可以是后述的与本技术相关联的一系列效果中的任何效果。

附图说明

[0023] 图1是表示本技术的一个实施方式中的二次电池的结构的立体图。

[0024] 图2是表示图1所示的电池元件的一部分的结构的截面图。

[0025] 图3是表示图1所示的电池元件的整体结构的截面图。

[0026] 图4是表示变形例1中的电池元件的结构的截面图。

[0027] 图5是表示变形例2中的电池元件的结构的截面图。

[0028] 图6是表示变形例3中的电池元件的结构的截面图。

[0029] 图7是表示变形例4中的电池元件的结构的截面图。

[0030] 图8是表示变形例5中的电池元件的结构的截面图。

[0031] 图9是表示变形例6中的电池元件的结构的截面图。

[0032] 图10是表示变形例7中的电池元件的结构的截面图。

[0033] 图11是表示变形例8中的电池元件的结构的截面图。

[0034] 图12是表示二次电池的应用例的结构的框图。

具体实施方式

[0035] 以下,关于本技术的一个实施方式,一边参照附图一边详细地进行说明。需要说明

的是,说明的顺序如下所述。

[0036] 1.二次电池

[0037] 1-1.结构

[0038] 1-2.动作

[0039] 1-3.制造方法

[0040] 1-4.作用以及效果

[0041] 2.变形例

[0042] 3.二次电池的用途

[0043] <1.二次电池>

[0044] 首先,关于本技术的一个实施方式的二次电池进行说明。

[0045] 在此说明的二次电池是利用电极反应物质的嵌入脱嵌来得到电池容量的二次电池,具备正极、负极以及电解液。

[0046] 在该二次电池中,负极的充电容量变得大于正极的放电容量。即,负极的每单位面积的电化学容量被设定为变得大于正极的每单位面积的电化学容量。这是为了防止在充电过程中电极反应物质在负极的表面上析出。

[0047] 电极反应物质的种类没有特别限定,具体而言,是碱金属以及碱土类金属等轻金属。碱金属的具体例子是锂、钠以及钾等,并且碱土类金属的具体例子是铍、镁以及钙等。另外,电极反应物质的种类可以是铝等其他轻金属。

[0048] 以下,以电极反应物质是锂的情况为例。利用锂的嵌入脱嵌来得到电池容量的二次电池是所谓的锂离子二次电池。在该锂离子二次电池中,锂以离子状态被嵌入脱嵌。

[0049] <1-1.结构>

[0050] 图1示出了二次电池的立体结构。图2示出了图1所示的电池元件20的一部分的截面结构。图3示出了图1所示的电池元件20的整体截面结构。

[0051] 另外,在图1中,示出了外包装膜10和电池元件20相互分离的状态,并且用虚线示出了沿着XZ面的电池元件20的截面。图3中示出了正极21、负极22、隔膜23以及耐热层24中的每一个在卷绕前相互分离的状态。

[0052] 如图1~图3所示,该二次电池具备外包装膜10、电池元件20、正极引线31、负极引线32以及密封膜41、42。在此说明的二次电池是使用了具有挠性或柔性的外包装膜10的层压膜型的二次电池。

[0053] 在以下的说明中,将图1~图3各自的上侧作为二次电池的上侧,并且将图1~图3各自的下侧作为二次电池的下侧。

[0054] [外包装膜以及密封膜]

[0055] 如图1所示,外包装膜10是收纳电池元件20的外包装部件,具有在该电池元件20被收纳在内部的状态下密封的袋状结构。由此,外包装膜10收纳正极21以及负极22和电解液。

[0056] 在此,外包装膜10是一张膜状的部件,向折叠方向F折叠。在该外包装膜10上设置有用于收容电池元件20的凹陷部10U(所谓的深拉伸部)。

[0057] 具体而言,外包装膜10是从内侧起依次层叠了熔接层、金属层以及表面保护层的3层的层压膜,在该外包装膜10被折叠的状态下,相互对置的熔接层中的外周缘部彼此相互熔接。熔接层包含聚丙烯等高分子化合物。金属层包含铝等金属材料。表面保护层包含尼龙

等高分子化合物。

[0058] 另外,外包装膜10的结构(层数)没有特别限定,可以是1层或2层,也可以是4层以上。

[0059] 密封膜41插入在外包装膜10与正极引线31之间,密封膜42插入在外包装膜10与负极引线32之间。另外,也可以省略密封膜41、42中的一方或双方。

[0060] 该密封膜41是防止外部气体等侵入外包装膜10的内部的密封部件。另外,密封膜41包含对于正极引线31具有密合性的聚烯烃等高分子化合物,该高分子化合物的具体例子是聚丙烯等。

[0061] 密封膜42是对于负极引线32具有密合性的密封部件以外,密封膜42的结构与密封膜41的结构是同样的。即,密封膜42包含对于负极引线32具有密合性的聚烯烃等高分子化合物。

[0062] [电池元件]

[0063] 如图1~图3所示,电池元件20是包含正极21、负极22、隔膜23、耐热层和电解液(未图示)的发电元件,收纳在外包装膜10的内部。

[0064] 该电池元件20是所谓的卷绕电极体。即,正极21以及负极22隔着隔膜23以及耐热层24相互层叠,并且在隔着该隔膜23以及耐热层24相互对置的同时以卷绕轴P为中心卷绕。需要说明的是,卷绕轴P是在Y轴方向上延伸的假想轴。

[0065] 电池元件20的立体形状没有特别限定。在此,由于电池元件20的立体形状为扁平状,因此与卷绕轴P交叉的电池元件20的截面(沿着XZ面的截面)的形状为由长轴J1以及短轴J2划定的扁平形状。该长轴J1是在X轴方向上延伸并且具有比短轴J2大的长度的假想轴。另外,短轴J2是在与X轴方向交叉的Z轴方向上延伸并且具有比长轴J1小的长度的假想轴。在此,电池元件20的立体形状为扁平的圆筒状,因此该电池元件20的截面形状为扁平的大致椭圆。

[0066] (正极)

[0067] 如图2所示,正极21包括正极集电体21A以及正极活性物质层21B。

[0068] 正极集电体21A具有设置有正极活性物质层21B的一对面。该正极集电体21A包含金属材料等导电性材料,该导电性材料的具体例子是铝等。

[0069] 正极活性物质层21B包含嵌入脱嵌锂的正极活性物质中的任意一种或两种以上。另外,正极活性物质层21B可以进一步包含正极粘结剂以及正极导电剂等其他材料中的任意一种或两种以上。

[0070] 在此,正极活性物质层21B设置在正极集电体21A的两面上。另外,也可以是,正极活性物质层21B在正极21与负极22对置的一侧仅设置在正极集电体21A的单面上。正极活性物质层21B的形成方法没有特别限定,具体而言,是涂布法等。

[0071] 正极活性物质的种类没有特别限定,具体而言,是含锂化合物。该含锂化合物是含有锂和一种或两种以上的过渡金属元素作为构成元素的化合物,还可以含有一种或两种以上的其他元素作为构成元素。其他元素的种类只要是锂以及过渡金属元素各自以外的元素即可,没有特别限定,具体而言,是属于长周期型周期表中的第2族~第15族的元素。含锂化合物的种类没有特别限定,具体而言,是氧化物、磷酸化合物、硅酸化合物以及硼酸化合物等。

[0072] 氧化物的具体例子是 LiNiO_2 、 LiCoO_2 、 $\text{LiCo}_{0.98}\text{Al}_{0.01}\text{Mg}_{0.01}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 、 $\text{LiNi}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.52}\text{Co}_{0.175}\text{Ni}_{0.1}\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_{1.15}(\text{Mn}_{0.65}\text{Ni}_{0.22}\text{Co}_{0.13})\text{O}_2$ 以及 LiMn_2O_4 等。磷酸化合物的具体例子是 LiFePO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{PO}_4$ 以及 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Mn}_{0.7}\text{PO}_4$ 等。

[0073] 正极粘结剂包含合成橡胶以及高分子化合物等中的任意一种或两种以上。合成橡胶的具体例子是丁苯系橡胶、氟系橡胶以及三元乙丙橡胶等。高分子化合物的具体例子是聚偏氟乙烯、聚酰亚胺以及羧甲基纤维素等。

[0074] 正极导电剂包含碳材料等导电性材料中的任意一种或两种以上。碳材料的具体例子是石墨、炭黑、乙炔黑以及科琴黑等。另外,导电性材料也可以是金属材料以及高分子化合物等。

[0075] (负极)

[0076] 如图2所示,负极22包含负极集电体22A以及负极活性物质层22B。

[0077] 负极集电体22A具有设置有负极活性物质层22B的一对面。该负极集电体22A包含金属材料等导电性材料,该金属材料的具体例子是铜等。

[0078] 负极活性物质层22B包含嵌入脱嵌锂的负极活性物质中的任意一种或两种以上。另外,负极活性物质层22B可以进一步包含负极粘结剂以及负极导电剂等其他材料中的任意一种或两种以上。

[0079] 在此,负极活性物质层22B设置在负极集电体22A的两面上。另外,也可以是,负极活性物质层22B在负极22与正极21对置的一侧仅设置在负极集电体22A的单面上。负极活性物质层22B的形成方法没有特别限定,具体而言,是涂布法、气相法、液相法、热喷涂法以及烧成法(烧结法)等中的任意一种或两种以上。

[0080] 负极活性物质的种类没有特别限定,具体而言,是碳材料以及金属系材料等。这是因为可以得到高能量密度。需要说明的是,负极活性物质可以仅含有碳材料以及金属系材料中的任一方,也可以含有双方。

[0081] 碳材料的具体例子是易石墨化碳、难石墨化碳以及石墨等。该石墨可以是天然石墨,也可以是人工石墨,也可以是双方。

[0082] 金属系材料是含有能够与锂形成合金的金属元素以及半金属元素中的任意一种或两种以上作为构成元素的材料,该金属元素以及半金属元素的具体例子是硅以及锡等。该金属系材料可以是单体,也可以是合金,也可以是化合物,也可以是它们的两种以上的混合物,也可以是包含它们的两种以上的相的材料。金属系材料的具体例子是 TiSi_2 以及 SiO_x ($0 < x \leq 2$, 或者 $0.2 < x < 1.4$) 等。

[0083] 关于负极粘结剂以及负极导电剂中的每一个的详细情况与关于正极粘结剂以及正极导电剂中的每一个的详细情况是同样的。

[0084] (对置区域以及非对置区域)

[0085] 在此,如图3所示,正极活性物质层21B设置在正极集电体21A的表面中的一部分上,并且负极活性物质层22B设置在负极集电体22A的表面中的一部分上。

[0086] 具体而言,在正极集电体21A在长边方向(图3中的左右方向)上延伸的情况下,正极活性物质层21B配置于该长边方向上的正极集电体21A的表面中的中央区域。由此,正极集电体21A的表面中的中央区域被正极活性物质层21B覆盖。与此相对,正极集电体21A的表

面中的卷绕内侧的端部区域露出而没有被正极活性物质层21B覆盖,并且该正极集电体21A的表面中的卷绕外侧的端部区域露出而没有被正极活性物质层21B覆盖。

[0087] 另外,在负极集电体22A在长边方向(图3中的左右方向)上延伸的情况下,负极活性物质层22B配置于该长边方向上的负极集电体22A的表面中的中央区域。由此,负极集电体22A的表面中的中央区域被负极活性物质层22B覆盖。与此相对,负极集电体22A的表面中的卷绕内侧上的端部区域露出而没有被负极活性物质层22B覆盖,并且该负极集电体22A的表面中的卷绕外侧的端部区域露出而没有被负极活性物质层22B覆盖。

[0088] 另外,长边方向上的负极活性物质层22B的配设范围比该长边方向上的正极活性物质层21B的配设范围向卷绕内侧扩张,并且比该长边方向上的正极活性物质层21B的配设范围向卷绕外侧扩张。由此,在正极21以及负极22中,存在正极活性物质层21B和负极活性物质层22B相互对置的区域(对置区域R)、该正极活性物质层21B和负极活性物质层22B不相互对置的区域(非对置区域)。在负极活性物质层22B中,配置于对置区域R的部分参与充放电,未配置在该对置区域R中的部分几乎不参与充放电。

[0089] 由于负极活性物质层22B的配设范围比正极活性物质层21B的配设范围扩张,因此在正极21以及负极22中存在对置区域R以及非对置区域的原因是为了在保证能够充放电的区域(对置区域R)的同时,防止锂金属在负极集电体22A的表面无意地析出。

[0090] (隔膜)

[0091] 如图2以及图3所示,隔膜23是配置在正极21与负极22之间的绝缘性的多孔质膜,在防止该正极21与负极22的接触(短路)的同时允许锂离子通过。该隔膜23包含聚乙烯等高分子化合物。

[0092] (电解液)

[0093] 电解液是液状的电解质。该电解液浸渍在正极21、负极22、隔膜23以及耐热层24的每一个中,包含电解质盐。更具体而言,电解液包含电解质盐以及使该电解质盐分散(电离)的溶剂。

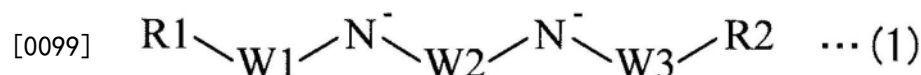
[0094] (电解质盐)

[0095] 电解质盐是在溶剂中电离的化合物,包含阴离子以及阳离子。

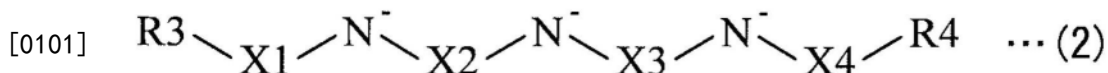
[0096] (阴离子)

[0097] 阴离子包含酰亚胺阴离子。具体而言,酰亚胺阴离子包含由式(1)表示的第一酰亚胺阴离子、由式(2)表示的第二酰亚胺阴离子、由式(3)表示的第三酰亚胺阴离子以及由式(4)表示的第四酰亚胺阴离子中的任意一种或两种以上。即,电解质盐包含酰亚胺阴离子作为阴离子。

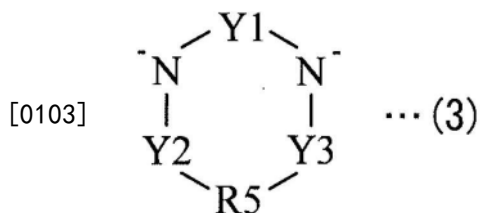
[0098] 另外,第一酰亚胺阴离子的种类可以仅为一种,也可以为两种以上。关于第二酰亚胺阴离子、第三酰亚胺阴离子以及第四酰亚胺阴离子的每一个也同样如此,种类可以是一种或两种以上。



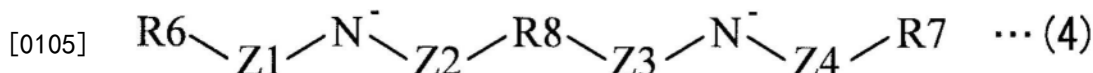
[0100] (R1以及R2分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。W1、W2以及W3分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)



[0102] (R3以及R4分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。X1、X2、X3以及X4分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)



[0104] (R5是氟化亚烷基。Y1、Y2以及Y3分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)



[0106] (R6以及R7分别是氟基以及氟化烷基中的任一种。R8是亚烷基、亚苯基、氟化亚烷基以及氟化亚苯基中的任一种。Z1、Z2、Z3以及Z4分别是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种。)

[0107] 阴离子包含酰亚胺阴离子的理由如下所述。第一,在二次电池的充放电时,在正极21以及负极22中的每一个的表面上形成源自电解质盐的优质覆膜。由此,可以抑制由与正极21以及负极22中的每一个的反应引起的电解液(特别是溶剂)的分解反应。第二,利用上述的覆膜,在正极21以及负极22各自的表面附近锂离子的移动速度提高。第三,在电解液的溶液中,锂离子的移动速度也提高。

[0108] 第一酰亚胺阴离子如式(1)所示,是包含2个氮原子(N)以及3个官能团(W1~W3)的链状阴离子(2价负离子)。

[0109] R1以及R2各自只要是氟基(-F)以及氟化烷基中的任一种即可,没有特别限定。即,R1以及R2各自可以是彼此相同的基团,也可以是彼此不同的基团。由此,R1以及R2各自不是氢基(-H)以及烷基等。

[0110] 氟化烷基是烷基中的1个或2个以上的氢基(-H)被氟基取代的基团。另外,氟化烷基可以是直链状,也可以是具有1根或2根以上的侧链的支链状。

[0111] 氟化烷基的碳原子数没有特别限定,具体而言,是1~10。这是因为,包含第一酰亚胺阴离子的电解质盐的溶解性以及电离性提高。

[0112] 氟化烷基的具体例子是全氟甲基(-CF₃)以及全氟乙基(-C₂F₅)等。

[0113] W1~W3各自只要是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种即可,没有特别限定。即,W1~W3各自可以是彼此相同的基团,也可以是彼此不同的基团。当然,也可以是W1~W3中的任意2个是彼此相同的基团。

[0114] 如式(2)所示,第二酰亚胺阴离子是包含3个氮原子以及4个官能团(X1~X4)的链状阴离子(3价负离子)。

[0115] 关于R3以及R4的每一个的详细情况与关于R1以及R2的每一个的详细情况是同样的。

[0116] X1~X4各自只要是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种即可,没有特别限定。即,X1~X4各自可以是彼此相同的基团,也可以是彼此不同的基团。当然,也可以是X1~X4

中的任意2个是彼此相同的基团,也可以是X1~X4中的任意3个是彼此相同的基团。

[0117] 如式(3)所示,第三酰亚胺阴离子是包含2个氮原子、3个官能团(Y1~Y3)以及1个连接基团(R5)的环状阴离子(2价负离子)。

[0118] 作为R5的氟化亚烷基是亚烷基中的1个或2个以上的氢基被氟基取代的基团。另外,氟化亚烷基可以是直链状,也可以是具有1根或2根以上的侧链的支链状。

[0119] 氟化亚烷基的碳原子数没有特别限定,具体而言,是1~10。这是因为包含第三酰亚胺阴离子的电解质盐的溶解性以及电离性提高。

[0120] 氟化亚烷基的具体例子是全氟亚甲基(-CF₂-)以及全氟亚乙基(-C₂F₄-)等。

[0121] Y1~Y3各自只要是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种即可,没有特别限定。即,Y1~Y3各自可以是彼此相同的基团,也可以是彼此不同的基团。当然,也可以是Y1~Y3中的任意2个是彼此相同的基团。

[0122] 如式(4)所示,第四酰亚胺阴离子是包含2个氮原子(N)、4个官能团(Z1~Z4)以及1个连接基团(R8)的链状阴离子(2价负离子)。

[0123] 关于R6以及R7的每一个的详细情况与关于R1以及R2的每一个的详细情况是同样的。

[0124] R8只要是亚烷基、亚苯基、氟化亚烷基以及氟化亚苯基中的任一种即可,没有特别限定。

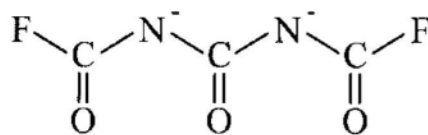
[0125] 亚烷基可以是直链状,也可以是具有1根或2根以上的侧链的支链状。亚烷基的碳原子数没有特别限定,具体而言,是1~10。这是因为包含第四酰亚胺阴离子的电解质盐的溶解性以及电离性提高。亚烷基的具体例子是亚甲基(-CH₂-)、亚乙基(-C₂H₄-)以及亚丙基(-C₃H₆-)等。

[0126] 关于作为R8的氟化亚烷基的详细情况与关于作为R5的氟化亚烷基的详细情况是同样的。

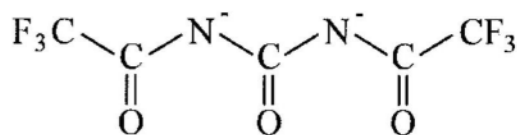
[0127] 氟化亚苯基是亚苯基中的1个或2个以上的氢基被氟基取代的基团。氟化亚苯基的具体例子是单氟亚苯基(-C₆H₃F-)等。

[0128] Z1~Z4各自只要是羰基、亚磺酰基以及磺酰基中的任一种即可,没有特别限定。即,Z1~Z4各自可以是彼此相同的基团,也可以是彼此不同的基团。当然,也可以是Z1~Z4中的任意2个是彼此相同的基团,也可以是Z1~Z4中的任意3个是彼此相同的基团。

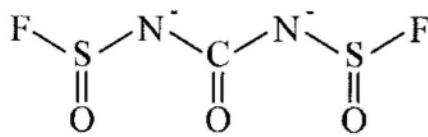
[0129] 第一酰亚胺阴离子的具体例子是分别由式(1-1)~式(1-30)表示的阴离子等。



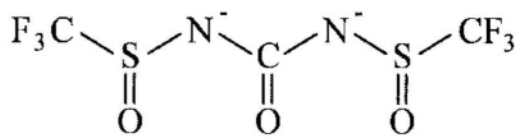
(1-1)



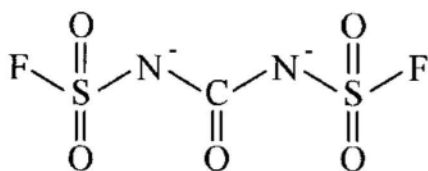
(1-2)



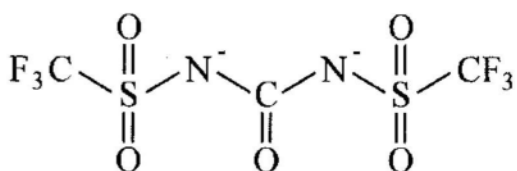
(1-3)



(1-4)

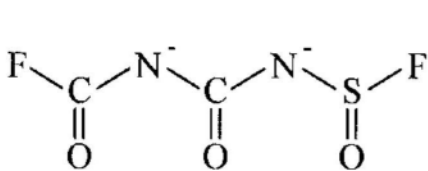


(1-5)

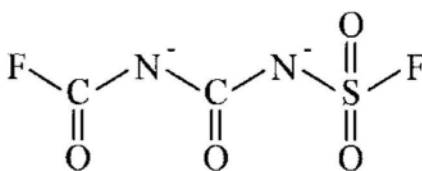


(1-6)

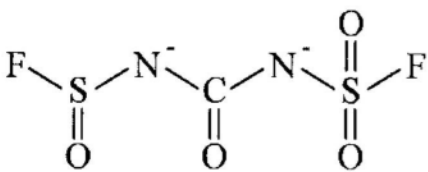
[0130]



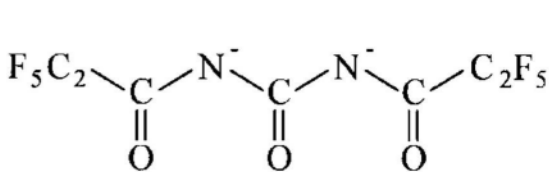
(1-7)



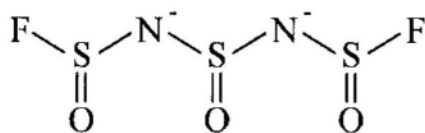
(1-8)



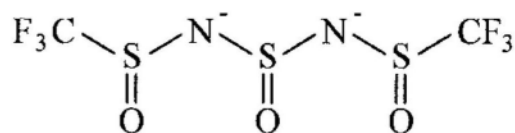
(1-9)



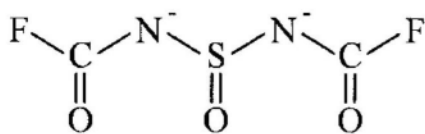
(1-10)



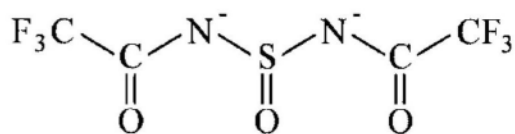
(1-11)



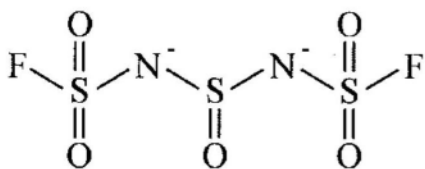
(1-12)



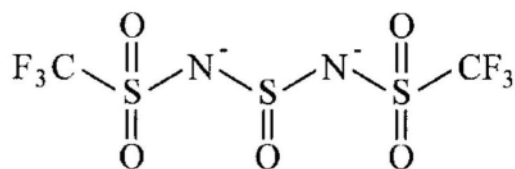
(1-13)



(1-14)

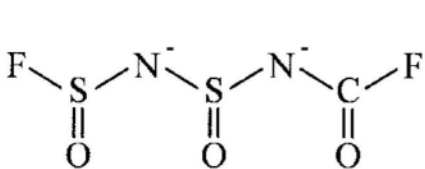


(1-15)

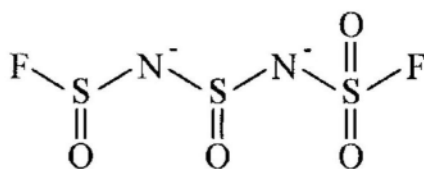


(1-16)

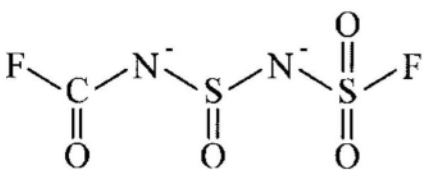
[0131]



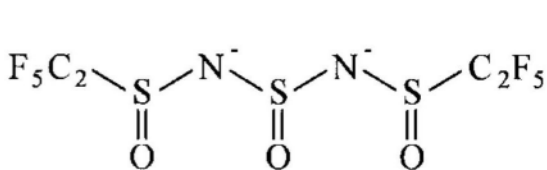
(1-17)



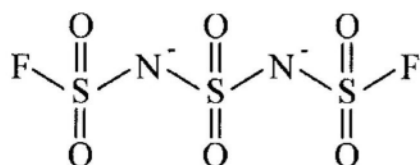
(1-18)



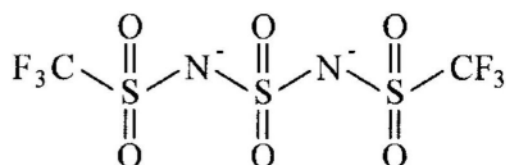
(1-19)



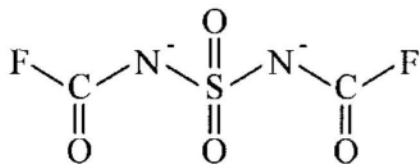
(1-20)



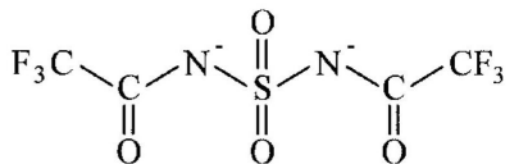
(1-21)



(1-22)

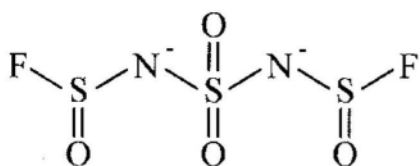


(1-23)

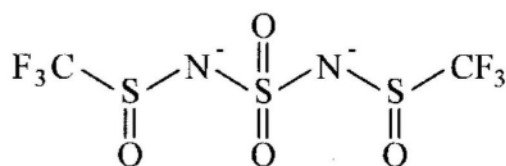


(1-24)

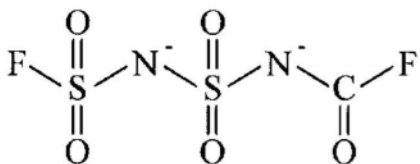
[0132]



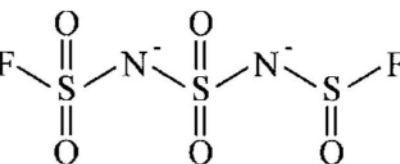
(1-25)



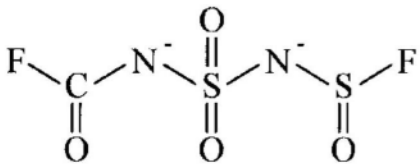
(1-26)



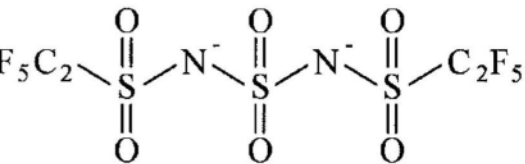
(1-27)



(1-28)

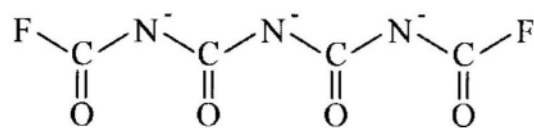


(1-29)

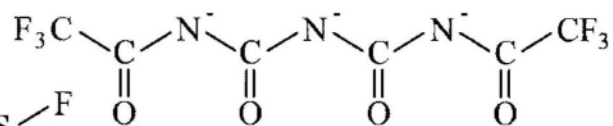


(1-30)

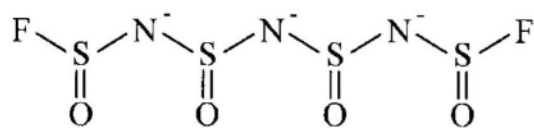
[0133] 第二酰亚胺阴离子的具体例子是分别由式(2-1)~式(2-22)表示的阴离子等。



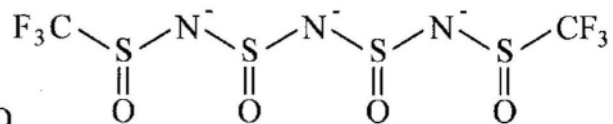
(2-1)



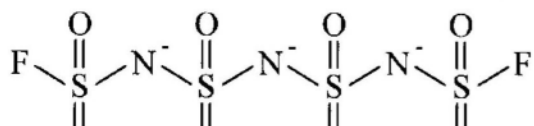
(2-2)



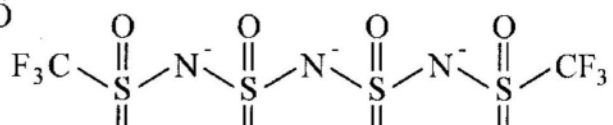
(2-3)



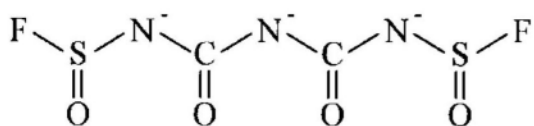
(2-4)



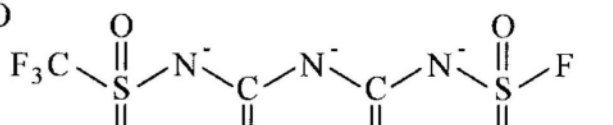
(2-5)



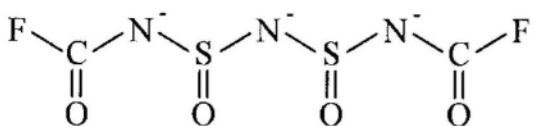
(2-6)



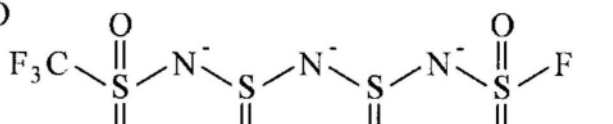
(2-7)



(2-8)

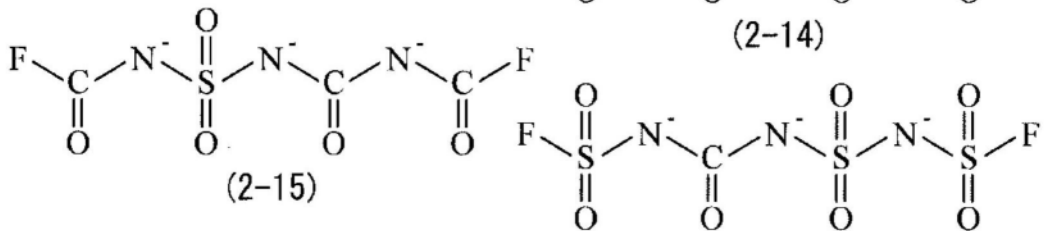
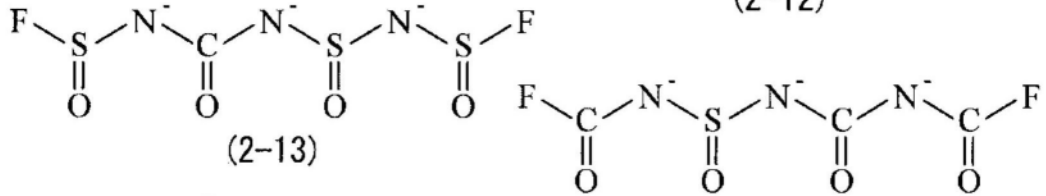
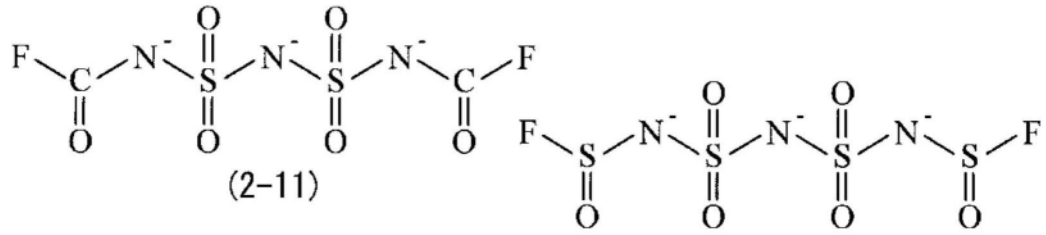


(2-9)

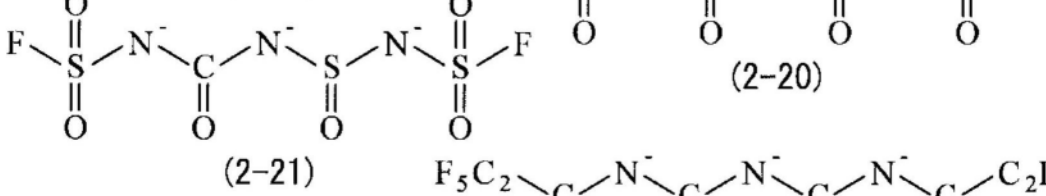
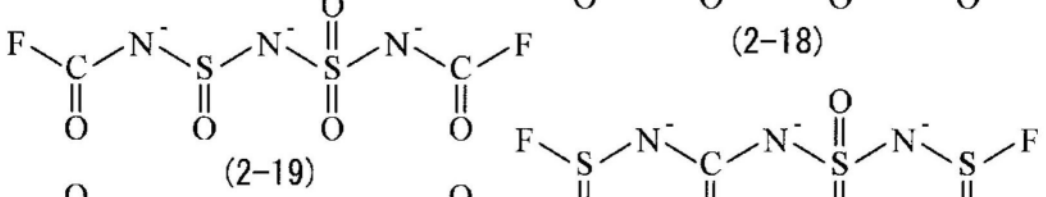
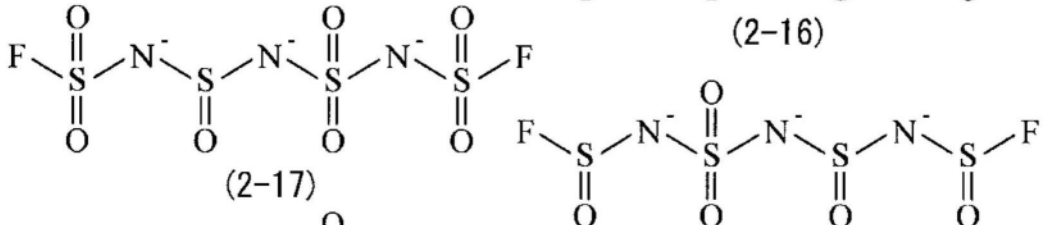


(2-10)

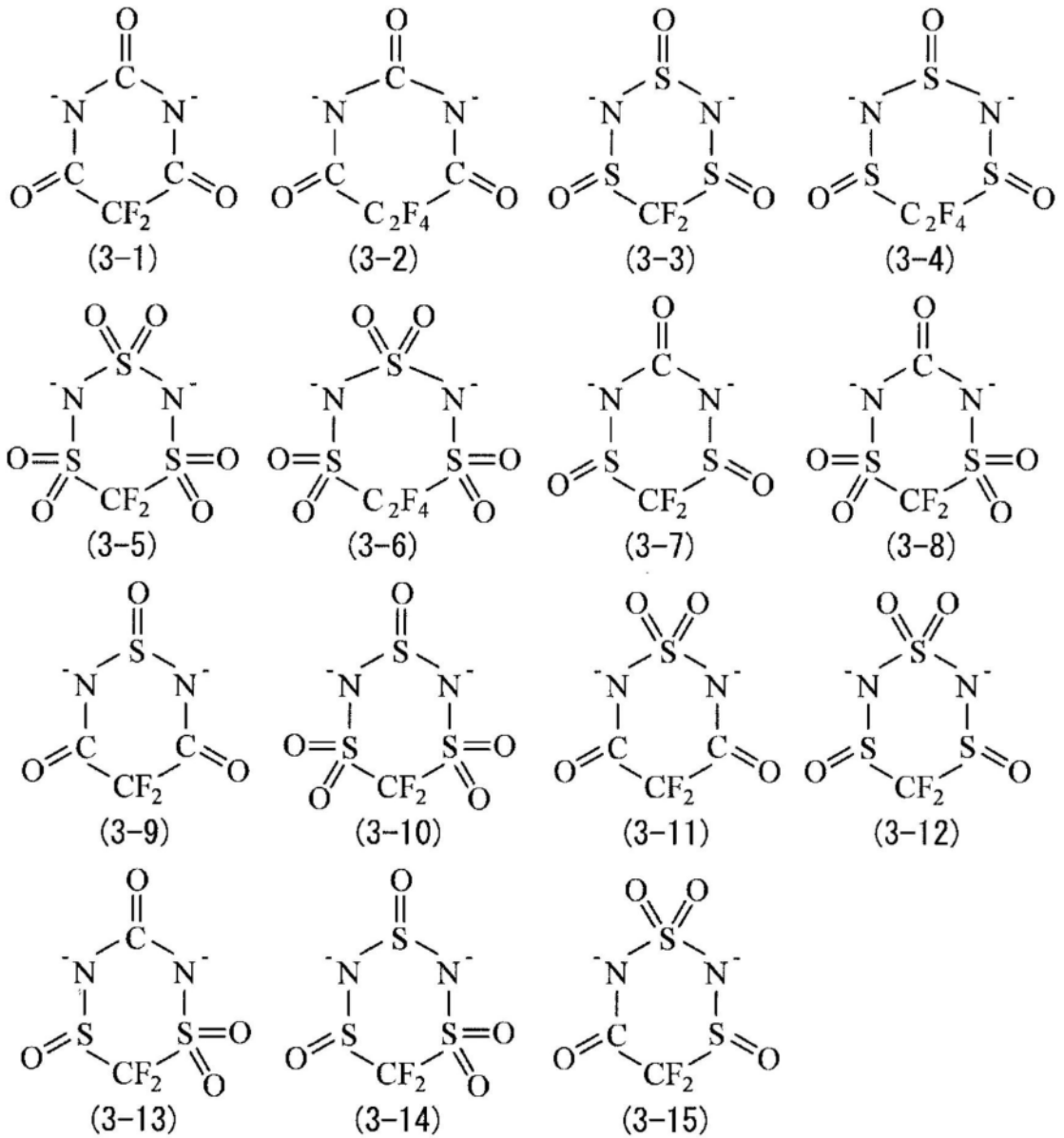
[0134]

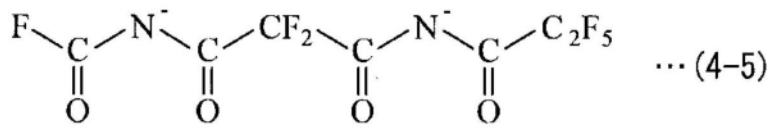
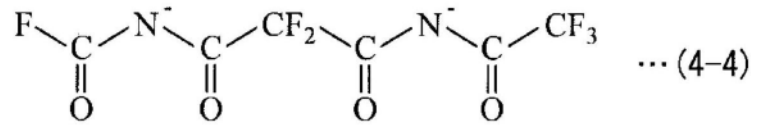
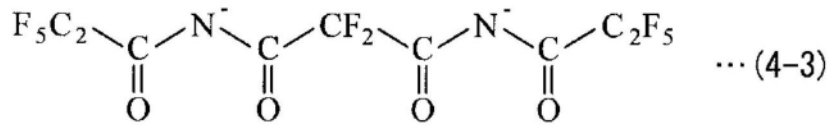
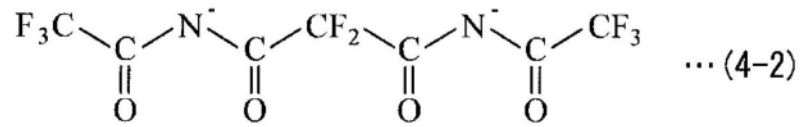
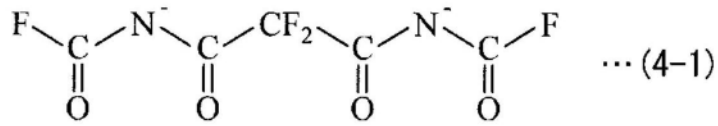


[0135]

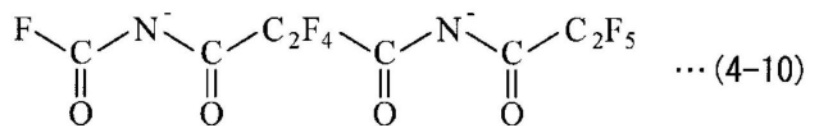
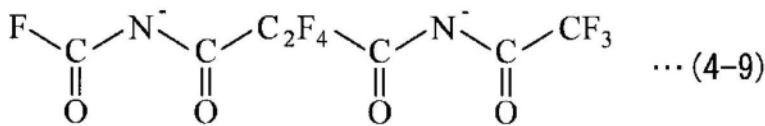
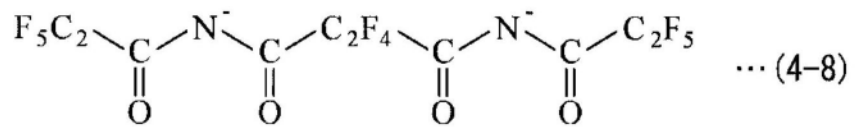
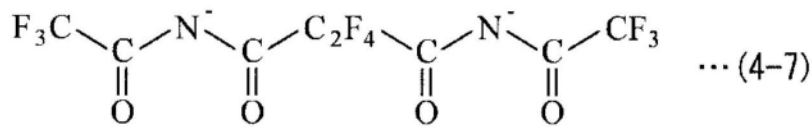
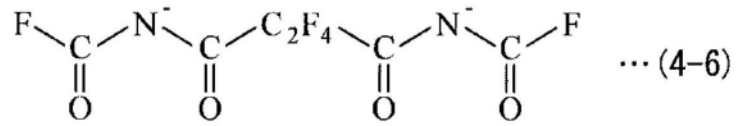


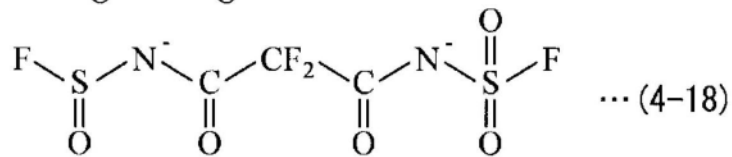
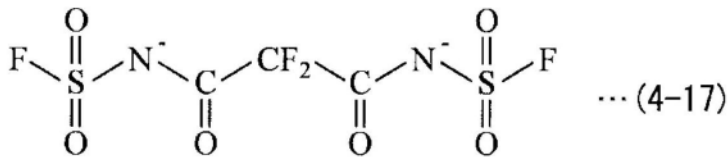
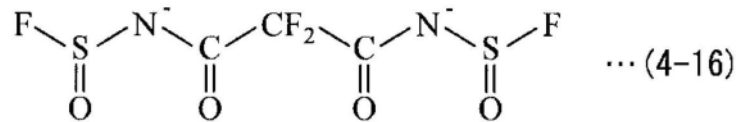
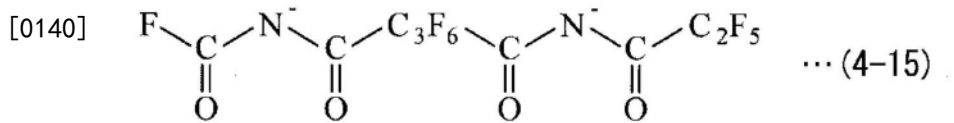
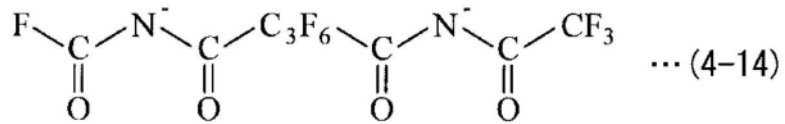
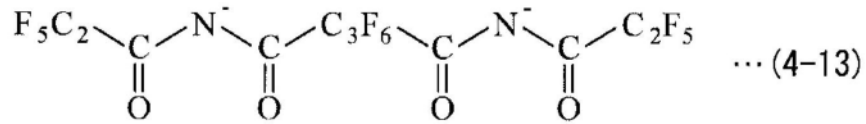
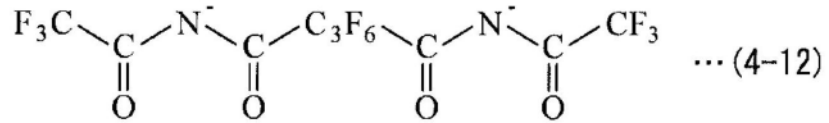
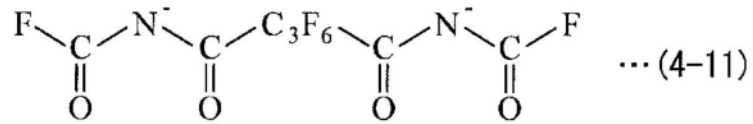
[0136] 第三酰亚胺阴离子的具体例子是分别由式 (3-1) ~ 式 (3-15) 表示的阴离子等。

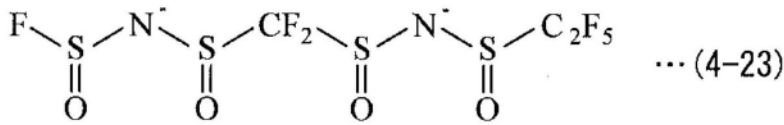
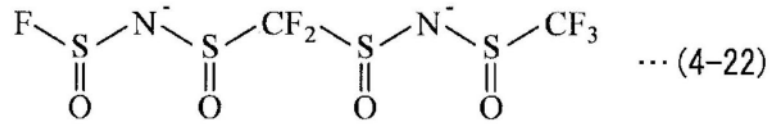
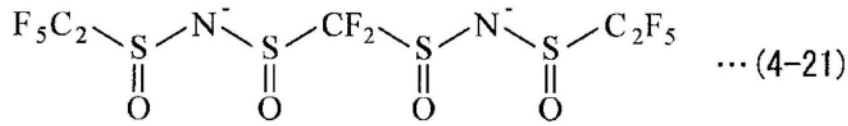
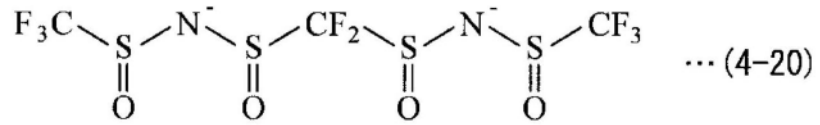
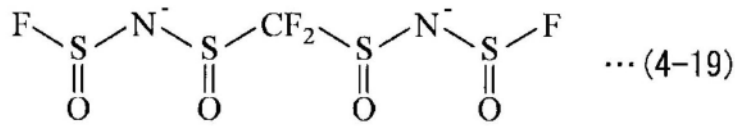




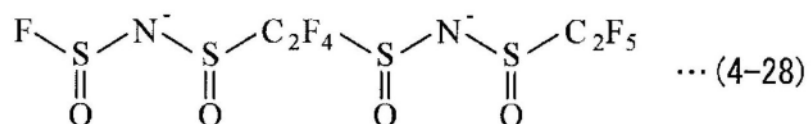
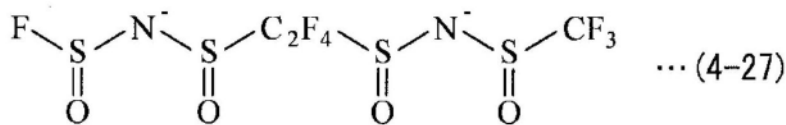
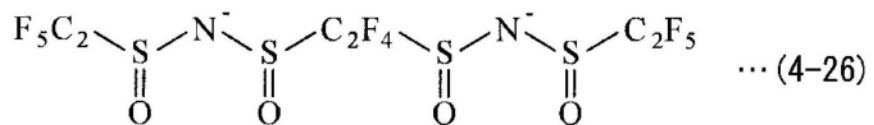
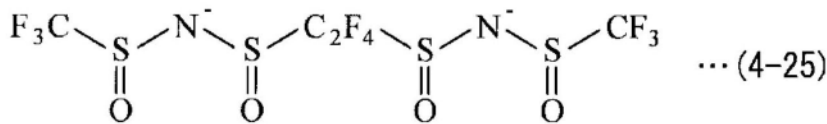
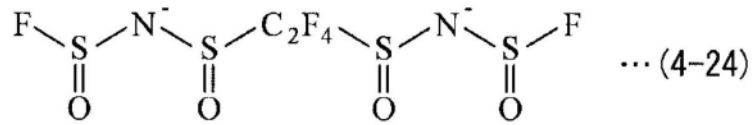
[0139]

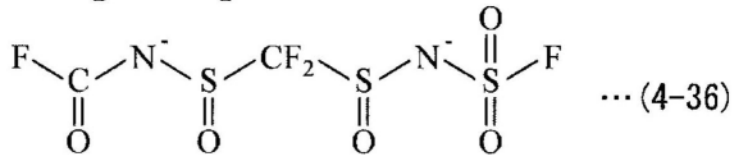
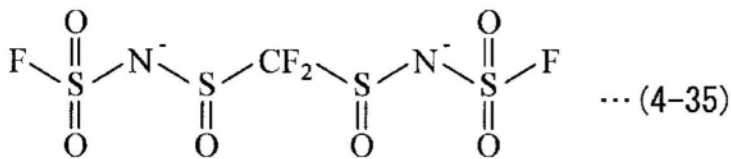
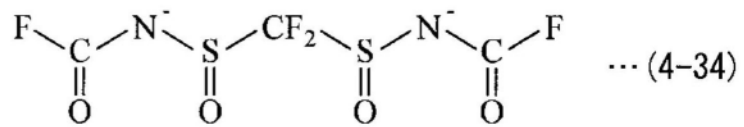
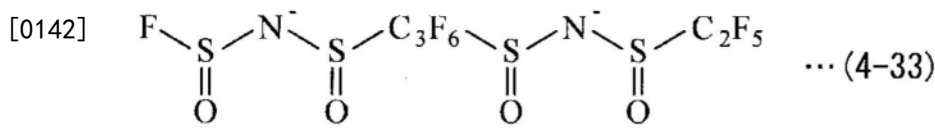
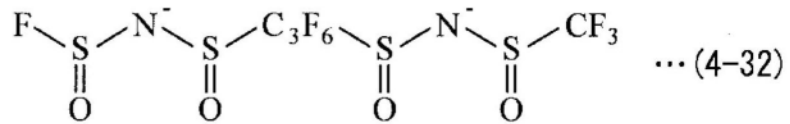
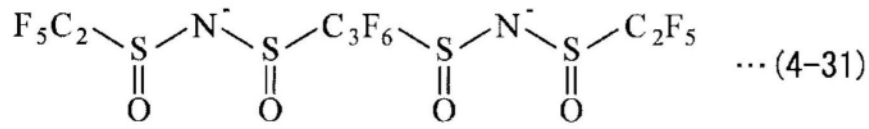
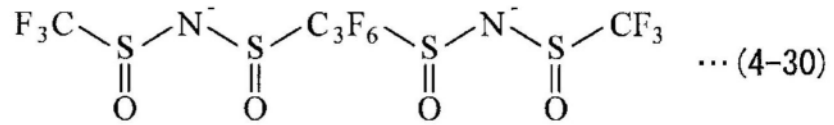
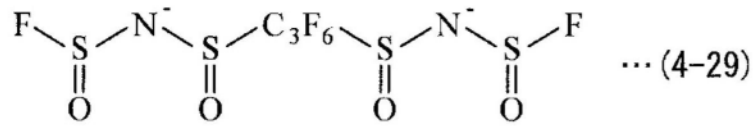


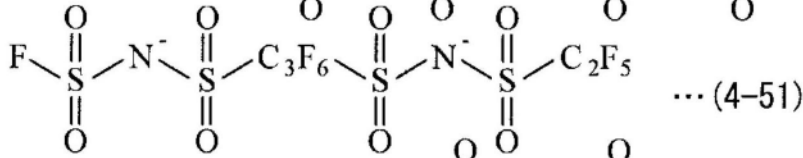
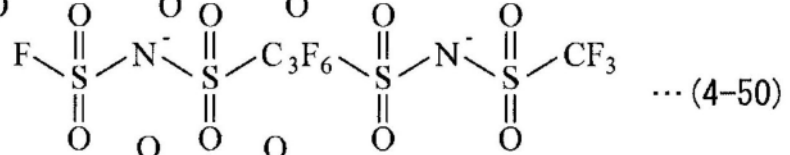
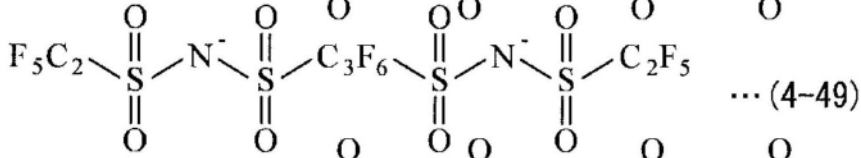
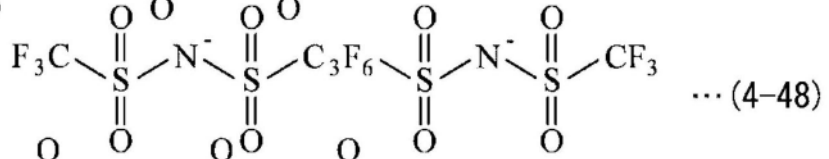
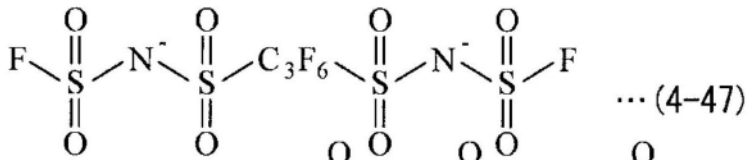




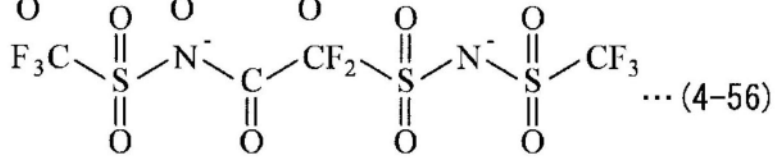
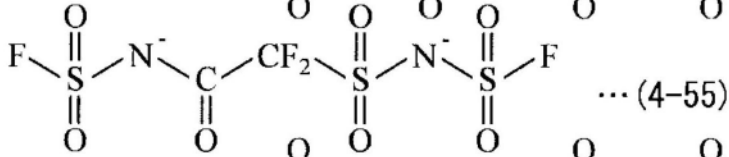
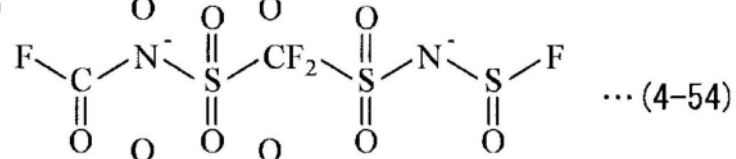
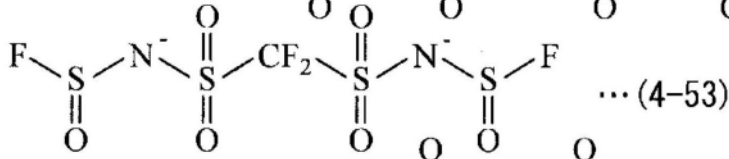
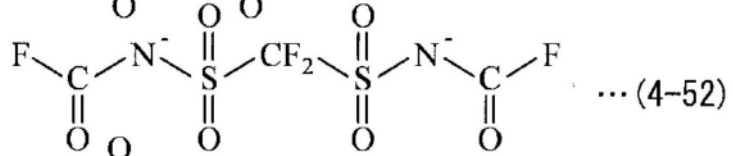
[0141]

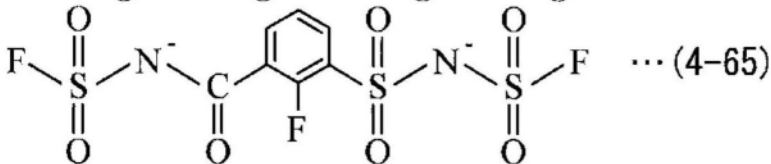
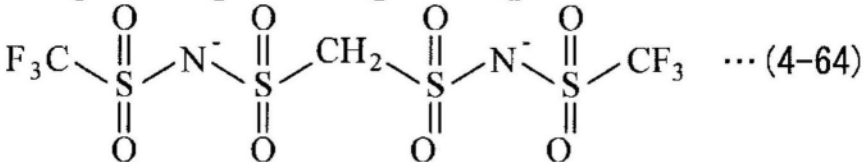
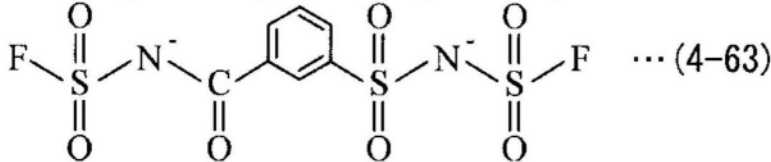
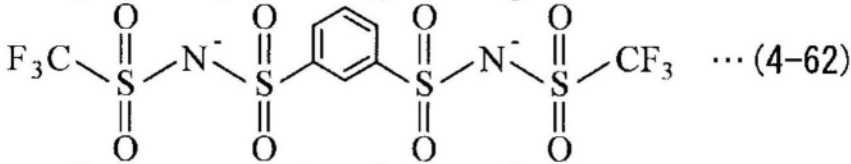
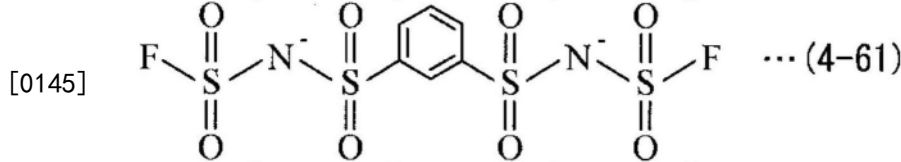
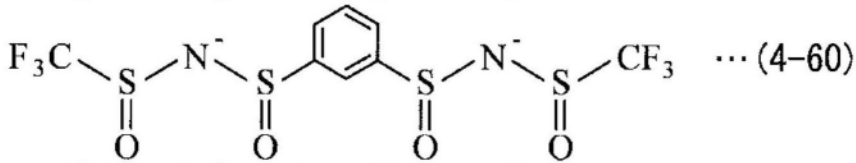
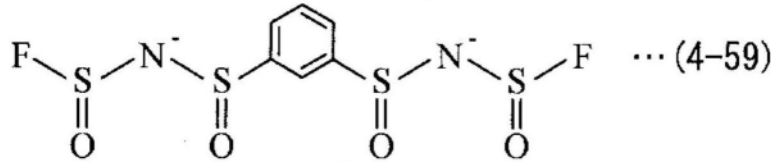
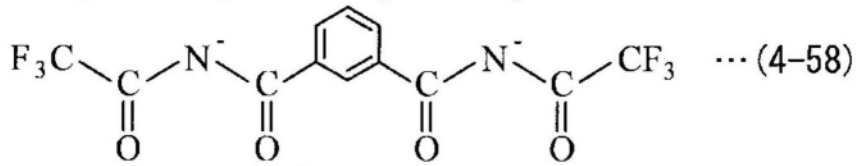
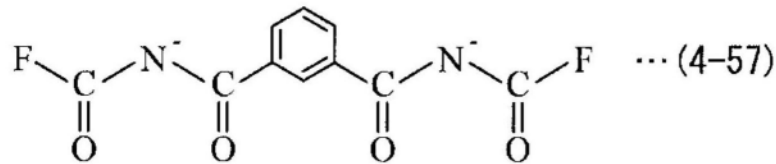






[0144]





[0146] (阳离子)

[0147] 阳离子的种类没有特别限定。具体而言,阳离子包含轻金属离子中的任意一种或两种以上。即,电解质盐包含轻金属离子作为阳离子。这是因为可以得到高电压。

[0148] 轻金属离子的种类没有特别限定,具体而言,是碱金属离子以及碱土类金属离子等。碱金属离子的具体例子是钠离子以及钾离子等。碱土类金属离子的具体例子是铍离子、镁离子以及钙离子等。此外,轻金属离子也可以是铝离子等。

[0149] 其中,轻金属离子优选包含锂离子。这是因为可以得到足够高的电压。

[0150] (含量)

[0151] 电解液中的电解质盐的含量没有特别限定,因此能够任意设定。其中,电解质盐的含量优选为 $0.2\text{mol/kg} \sim 2\text{mol/kg}$ 。这是因为可以得到高离子传导性。在此说明的“电解质盐的含量”是电解质盐相对于溶剂的含量。

[0152] 在确定电解质盐的含量的情况下,通过将二次电池解体,回收电解液之后,使用高频感应耦合等离子体(Inductively Coupled Plasma (ICP))发射光谱分析法来分析电解液。由此,分别确定了溶剂的重量以及电解质盐的重量,从而计算出该电解质盐的含量。

[0153] 在此说明的含量的确定步骤,在确定后述的电解质盐以外的电解液的成分的含量含量的情况下也是同样的。

[0154] (溶剂)

[0155] 溶剂包含非水溶剂(有机溶剂)中的任意一种或两种以上,包含该非水溶剂的电解液是所谓的非水电解液。非水溶剂是酯类以及醚类等,更具体而言,是碳酸酯系化合物、羧酸酯系化合物以及内酯系化合物等。

[0156] 碳酸酯系化合物是环状碳酸酯以及链状碳酸酯等。环状碳酸酯的具体例子是碳酸亚乙酯以及碳酸亚丙酯等。链状碳酸酯的具体例子是碳酸二甲酯、碳酸二乙酯以及碳酸甲乙酯等。

[0157] 羧酸酯系化合物是链状羧酸酯等。链状羧酸酯的具体例子是乙酸甲酯、乙酸乙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、三甲基乙酸乙酯、丁酸甲酯以及丁酸乙酯等。

[0158] 内酯系化合物是内酯等。内酯的具体例子是 γ -丁内酯以及 γ -戊内酯等。

[0159] 需要说明的是,醚类也可以是1,2-二甲氧基乙烷、四氢呋喃、1,3-二氧戊环以及1,4-二噁烷等。

[0160] (其他电解质盐)

[0161] 需要说明的是,电解液可以进一步包含其他电解质盐中的任意一种或两种以上。这是因为在正极21以及负极22各自的表面附近,锂离子的移动速度进一步提高,并且在电解液的溶液中锂离子的移动速度也进一步提高。电解液中的其他电解质盐的含量没有特别限制,因此能够任意设定。

[0162] 其他电解质盐的种类没有特别限定,具体而言,是锂盐等轻金属盐。另外,上述的电解质盐不包括在此说明的锂盐中。

[0163] 锂盐的具体例子是六氟磷酸锂(LiPF_6)、四氟硼酸锂(LiBF_4)、三氟甲烷磺酸锂(LiCF_3SO_3)、双(氟磺酰基)酰亚胺锂($\text{LiN}(\text{FSO}_2)_2$)、双(三氟甲烷磺酰基)酰亚胺锂($\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$)、三(三氟甲烷磺酰基)甲基化锂($\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$)、双(草酸)硼酸锂($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$)、二氟草酸硼酸锂($\text{LiBF}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$)、二氟二(草酸)硼酸锂($\text{LiPF}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_2$)、四氟草酸磷酸锂($\text{LiPF}_4(\text{C}_2\text{O}_4)$)、单氟磷酸锂($\text{Li}_2\text{PF}_3\text{O}_3$)以及二氟磷酸锂(LiPF_2O_2)等。

[0164] 其中,其他电解质盐优选包含六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、双(氟磺酰基)酰亚胺锂、双(草酸)硼酸锂以及二氟磷酸锂中的任意一种或两种以上。这是因为在正极21以及负极22中的每一个的表面附近锂离子的移动速度充分提高,并且在电解液的溶液中锂离子的移动速度也充分提高。

[0165] (添加剂)

[0166] 另外,电解液可以进一步包含添加剂中的任意一种或两种以上。这是因为,在二次电池的充放电时,在正极21以及负极22各自的表面上形成源自添加剂的覆膜,从而可以抑

制电解液的分解反应。需要说明的是,电解液中的添加剂的含量没有特别限定,因此能够任意设定。

[0167] 添加剂的种类没有特别限定,具体而言,是不饱和环状碳酸酯、氟化环状碳酸酯、磺酸酯、二羧酸酐、二磺酸酐、硫酸酯、腈化合物以及异氰酸酯化合物等。

[0168] 不饱和环状碳酸酯是包含不饱和碳键(碳间双键)的环状碳酸酯。不饱和碳键的数量没有特别限定,可以仅为1个,也可以为2个以上。不饱和环状碳酸酯的具体例子是碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯基亚乙酯以及碳酸亚甲基亚乙酯等。

[0169] 氟化环状碳酸酯是含有氟作为构成元素的环状碳酸酯。即,氟化环状碳酸酯是环状碳酸酯中的1个或2个以上的氢基被氟基取代的化合物。氟化环状碳酸酯的具体例子是单氟碳酸亚乙酯以及二氟碳酸亚乙酯等。

[0170] 磺酸酯是环状单磺酸酯、环状二磺酸酯、链状单磺酸酯以及链状二磺酸酯等。环状单磺酸酯的具体例子是1,3-丙烷磺内酯、1-丙烯-1,3-磺内酯、1,4-丁烷磺内酯、2,4-丁烷磺内酯以及甲磺酸炔丙酯等。环状二磺酸酯的具体例子是甲基二磺酸乙二醇脂(cyclodisone)等。

[0171] 二羧酸酐的具体例子是琥珀酸酐、戊二酸酐以及马来酸酐等。

[0172] 二磺酸酐的具体例子是乙烷二磺酸酐以及丙烷二磺酸酐等。

[0173] 硫酸酯的具体例子是亚乙基硫酸盐(1,3,2-二噁唑噻吩2,2-二氧化物(1,3,2-dioxathiolane 2,2-dioxide))等。

[0174] 腈化合物是包含1个或2个以上的氰基(-CN)的化合物。腈化合物的具体例子是辛腈、苜腈、邻苯二甲腈、丁二腈、戊二腈、己二腈、癸二腈、1,3,6-己烷三腈、3,3'-氧基二丙腈、3-丁氧基丙腈、乙二醇双丙腈醚、1,2,2,3-四氰基丙烷、四氰基丙烷、富马腈、7,7,8,8-四氰基对苯二甲醌二甲烷、环戊烷腈(cyclopentanecarbonitrile)、1,3,5-环己烷三腈以及1,3-双(二氰亚甲基)茛满(1,3-bis(dicyanomethylidene)indan)等。

[0175] 异氰酸酯化合物是包含1个或2个以上的异氰酸酯基(-NCO)的化合物。异氰酸酯化合物的具体例子是六亚甲基二异氰酸酯等。

[0176] (耐热层)

[0177] 如图2所示,耐热层24配置在正极21与负极22之间,防止正极21和负极22的短路。

[0178] 该耐热层24在正极21与负极22之间至少配置于对置区域R。即,耐热层24的配设范围可以仅为对置区域R,也可以是比较该对置区域R扩张的区域。

[0179] 在此,如图3所示,耐热层24配置在比对置区域R扩张的区域。在该情况下,耐热层24的配设范围比对置区域R向卷绕内侧扩张,并且比该对置区域R向卷绕外侧扩张。这是因为可以进一步防止正极21和负极22的短路。

[0180] 另外,如图3所示,耐热层24设置于隔膜23。这是因为,如后所述,与耐热层24设置于正极21或负极22的情况相比,该耐热层24的操作性提高,因此二次电池的制造工序变得容易。

[0181] 具体而言,隔膜23具有设置有耐热层24的一对表面,该耐热层24设置在隔膜23的两面上。该隔膜23的两面是与正极21对置的一侧的隔膜23的表面,和与负极22对置的一侧的隔膜23的表面。由此,耐热层24介于正极21与隔膜23之间,并且介于负极22与隔膜23之间。

[0182] 该耐热层24包含耐热性材料中的任意一种或两种以上。这是因为,在由二次电池的发热等引起的高温环境下,即使隔膜23熔融或熔断,由于在正极21与负极22之间持续存在耐热层24,因此可以防止该正极21和负极22短路。

[0183] 该耐热性材料是具有比隔膜23的熔点或分解温度高的熔点或分解温度的材料。即,耐热层24具有比隔膜23的熔点或分解温度高的熔点或分解温度。与此相对,具有比隔膜23的熔点或分解温度低的熔点或分解温度的材料是非耐热性材料。

[0184] 耐热性材料的种类没有特别限定,其中,该耐热性材料的熔点或分解温度优选为约200°C以上,更优选为约210°C~2100°C。如上所述,隔膜23包含高分子化合物,因此如果耐热性材料的熔点或分解温度在上述范围内,则变得容易满足耐热层24的熔点或分解温度高于隔膜23的熔点或分解温度这一条件。另外,在热失控时,锂离子二次电池的温度达到约200°C以上,因此如果耐热性材料的熔点或分解温度在上述范围内,则变得容易满足与上述的耐热层24相关的条件。

[0185] 需要说明的是,锂离子二次电池的热失控时的温度有时根据正极活性物质和负极活性物质的组合而不同。具体而言,在正极活性物质包含具有层状岩盐型的结晶结构的含锂化合物并且负极活性物质包含嵌入脱嵌锂的材料的情况下,容易发生热失控。正极活性物质(具有层状岩盐型的结晶结构的含锂化合物)的具体例子是上述的 LiCoO_2 等的氧化物,并且负极活性物质(嵌入脱嵌锂的材料)的具体例子是上述的碳材料以及金属系材料等。因此,熔点或分解温度为约200°C以上的耐热性材料的物性适合作为容易发生热失控的锂离子二次电池中使用的耐热层24的构成材料。

[0186] 耐热层24的厚度没有特别限定,具体而言为 $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$,优选为 $0.5\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 。这是因为在抑制电阻增加的同时,在耐热层24中可以得到优异的耐热性。另外,耐热层24的密度没有特别限定,具体而言,基于与上述的厚度相同的理由,为 $0.01\text{mg}/\text{cm}^2 \sim 10\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0187] (耐热性材料(高分子化合物))

[0188] 更具体而言,耐热性材料包含高分子化合物中的任意一种或两种以上。这是因为在耐热层24中可以得到优异的热稳定性,并且能够容易地形成该耐热层24。

[0189] 高分子化合物的种类没有特别限定,具体而言,是聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺以及聚四氟乙烯等。这是因为在耐热层24中可以得到充分的热稳定性。需要说明的是,聚酰胺可以是脂肪族聚酰胺,也可以是芳香族聚酰胺。

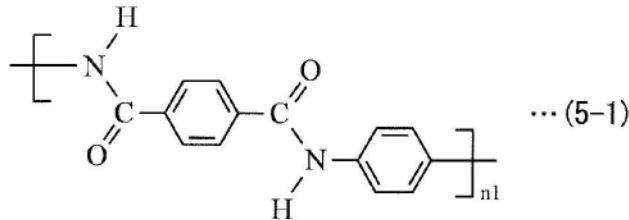
[0190] 聚丙烯酸酯的种类没有特别限定。聚丙烯酸酯的具体例子是聚丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、聚丙烯酸丁酯、聚丙烯酸2-乙基己酯、聚丙烯酸缩水甘油酯以及聚丙烯酸羟乙酯等。另外,聚甲基丙烯酸酯的种类没有特别限定。聚甲基丙烯酸酯的具体例子是聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸乙酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚甲基丙烯酸2-乙基己酯、聚甲基丙烯酸缩水甘油酯以及聚甲基丙烯酸羟乙酯等。

[0191] 其中,高分子化合物优选为具有酰胺键($-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-$)的高分子化合物(以下称为“酰胺系高分子化合物”)。这是因为酰胺系高分子材料通常具有高于200°C的熔点或分解温度。

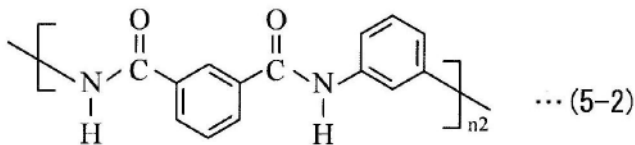
[0192] 酰胺系高分子材料的种类没有特别限定,具体而言,是上述的脂肪族聚酰胺以及

芳香族聚酰胺等。其中,优选芳香族聚酰胺。这是因为在耐热层24中可以得到更优异的热稳定性。

[0193] 具体而言,芳香族聚酰胺是由式(5-1)表示的对位型的芳香族聚酰胺以及由式(5-2)表示的间位型的芳香族聚酰胺等。对位型的芳香族聚酰胺的熔点或分解温度约为600°C,并且间位型的芳香族聚酰胺的熔点或分解温度高于600°C,更具体而言,不能测定。



[0194]



[0195] (n1以及n2分别为100~10000的整数。)

[0196] (耐热性材料(氧化物))

[0197] 或者,耐热性材料包含氧化物中的任意一种或两种以上。这是因为在耐热层24中可以得到优异的热稳定性,并且能够容易地形成该耐热层24。

[0198] 氧化物的种类没有特别限定,具体而言,是含有属于长周期型周期表的第4族、第13族以及第14族的元素作为构成元素的氧化物中的任意一种或两种以上。这是因为这些氧化物的熔点通常高于200°C。

[0199] 氧化物的具体例子是氧化铝、氧化钛、氧化硅以及氧化锆等金属系氧化物(或无机氧化物)。这是因为在耐热层24中可以得到充分的热稳定性。其中,优选氧化铝、氧化钛以及氧化硅,更优选氧化铝。这是因为可以进一步提高耐热层24的热稳定性。

[0200] 如果例示代表性的氧化物的熔点或分解温度,则氧化铝的熔点或分解温度约为2054°C,氧化钛的熔点或分解温度约为1870°C,氧化硅的熔点或分解温度约为1650°C。

[0201] 在氧化物为多个粒子的情况下,该多个粒子的平均粒径(中位直径D50)没有特别限定,具体而言,为0.001μm~10μm,优选为0.01μm~1μm。这是因为,在保证电解液对于耐热层24的浸透性的同时,该耐热层24的厚度变薄。

[0202] 需要说明的是,在耐热性材料包含氧化物的情况下,优选耐热层24进一步包含保持该氧化物的保持材料。这是因为在耐热层24的内部变得容易维持多个粒子(氧化物)的分散状态。

[0203] 保持材料包含保持氧化物的高分子化合物中的任意一种或两种以上。作为保持材料的高分子化合物的具体例子是聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺、聚四氟乙烯以及聚偏氟乙烯等。需要说明的是,关于聚丙烯酸酯以及聚甲基丙烯酸酯的详细情况如上所述。

[0204] 在该情况下,由于通过作为耐热性材料的氧化物发挥耐热层24的功能(耐热性),因此保持材料也可以不一定具有耐热性。即,在耐热层24包含耐热性材料(氧化物)以及保

持材料的情况下,该保持材料的熔点或分解温度没有特别限定。因此,保持材料的熔点或分解温度可以高于隔膜23的熔点或分解温度,也可以为该隔膜23的熔点或分解温度以下。另外,为了进一步防止短路的发生,保持材料的熔点或分解温度优选高于隔膜23的熔点或分解温度。

[0205] 在耐热性材料包含氧化物的情况下,包含该耐热性材料的耐热层24使用涂布法等形成。在该情况下,在制备了氧化物被有机溶剂等溶剂分散并且溶解有保持材料的溶液之后,将该溶液涂布在隔膜23的两面上,然后使其干燥。由此,形成包含耐热性材料(氧化物)以及保持材料的耐热层24。

[0206] 溶液中的氧化物的含量没有特别限定。在该情况下,通过调整氧化物的含量,可以防止在涂布溶液时发生“排斥”等不良情况。

[0207] 需要说明的是,溶液也可以包含表面活性剂等其他材料中的任意一种或两种以上。溶液中的表面活性剂的含量没有特别限定,具体而言,为0.01重量%~3重量%,优选为0.05重量%~1重量%。这是因为,可以使溶液中的氧化物等的分散性提高,并且使该溶液的涂布性(润湿性)提高。

[0208] 在形成包含耐热性材料(氧化物)以及保持材料的耐热层24的情况下,保持材料集中在氧化物粒子彼此的接触界面的附近,并且保持材料集中在该氧化物的粒子与负极活性物质的粒子的接触界面的附近。在该情况下,由于在上述的接触界面附近以外的场所保持材料的存在量减少,因此该场所正好成为形成有空间(细孔)的状态。由此,可以认为耐热层24成为所谓的多孔质状态(多孔相互连结结构),因此即使在隔膜23上设置耐热层24,电解液也容易浸渍到该隔膜23中。

[0209] [正极引线以及负极引线]

[0210] 如图1所示,正极引线31是连接至正极21的正极集电体21A的正极端子,从外包装膜10的内部引出至外部。该正极引线31包含金属材料等导电性材料,该导电性材料的具体例子是铝等。正极引线31的形状没有特别限定,具体而言,是薄板状以及网眼状等中的任一种。

[0211] 如图1所示,负极引线32是连接至负极22的负极集电体22A的负极端子,从外包装膜10的内部引出至外部。该负极引线32包含金属材料等导电性材料,该导电性材料的具体例子是铜等。在此,负极引线32的引出方向是与正极引线31的引出方向同样的方向。需要说明的是,关于负极引线32的形狀的详细情况与关于正极引线31的形狀的详细情况是同样的。

[0212] <1-2.动作>

[0213] 当二次电池充电时,在电池元件20中,锂从正极21脱嵌,并且该锂经由电解液嵌入到负极22中。另一方面,当二次电池放电时,在电池元件20中,锂从负极22脱嵌,并且该锂经由电解液嵌入到正极21中。在充电时以及放电时,锂以离子状态被嵌入以及脱嵌。

[0214] <1-3.制造方法>

[0215] 在制造二次电池的情况下,通过以下说明的一例的步骤分别制作正极21以及负极22,并且制备了电解液,然后使用该正极21以及负极22和电解液组装二次电池,并且进行组装后的二次电池的安定化处理。

[0216] [正极的制作]

[0217] 首先,将正极活性物质、正极粘结剂、正极导电剂相互混合而成的混合物(正极合剂)加入到溶剂中,由此制备糊剂状的正极合剂浆料。需要说明的是,溶剂可以是水性溶剂,也可以是有机溶剂。接下来,将正极合剂浆料涂布在正极集电体21A的两面上,由此形成正极活性物质层21B。最后,使用辊压机等对正极活性物质层21B进行压缩成型。在该情况下,可以加热正极活性物质层21B,也可以重复多次压缩成型。由此,正极活性物质层21B形成在正极集电体21A的两面上,从而制成正极21。

[0218] [负极的制作]

[0219] 通过与上述的正极21的制作步骤同样的步骤形成负极22。具体而言,首先,将负极活性物质、负极粘结剂和负极导电剂相互混合而成的混合物(负极合剂)加入到溶剂中,由此制备糊剂状的负极合剂浆料。关于溶剂的详细情况如上所述。接下来,将负极合剂浆料涂布在负极集电体22A的两面上,由此形成负极活性物质层22B。最后,将负极活性物质层22B压缩成型。由此,在负极集电体22A的两面上形成负极活性物质层22B,从而制成负极22。

[0220] [电解液的制备]

[0221] 将包含酰亚胺阴离子的电解质盐加入到溶剂中。在该情况下,可以进一步将其他电解质盐添加到溶剂中,也可以进一步将添加剂添加到溶剂中。由此,电解质盐等分散或溶解在溶剂中,从而制备电解液。

[0222] [耐热层的形成]

[0223] 在聚合物化合物用作耐热性材料的情况下,将聚合物化合物加入到溶剂中,由此制备了聚合物化合物被该溶剂溶解的溶液,然后将溶液涂布在隔膜23的两面上。关于溶剂的详细情况如上所述。由此,形成包含耐热性材料(聚合物化合物)的耐热层24。

[0224] 在使用氧化物作为耐热性材料的情况下,将氧化物以及保持材料加入到溶剂中,由此制备了氧化物被该溶剂分散并且溶解有保持材料的溶液,然后将溶液涂布在隔膜23的两面上。关于溶剂的详细情况如上所述。由此,形成包含耐热性材料(氧化物)以及保持材料的耐热层24。

[0225] 在此,关于使用保持材料的情况进行了说明,但也可以不使用该保持材料。不使用保持材料时的耐热层24的形成步骤,除了不使用该保持材料而制备溶液以外,与使用了该保持材料时的耐热层24的形成步骤是同样的。

[0226] [二次电池的组装]

[0227] 首先,使用焊接法等接合法,使正极引线31连接至正极21的正极集电体21A,并且使用焊接法等接合法,使负极引线32连接至负极22的负极集电体22A。

[0228] 接下来,使正极21以及负极22隔着形成有耐热层24的隔膜23相互层叠,然后使该正极21、负极22、隔膜23以及耐热层24卷绕,由此制作卷绕体(未图示)。在该情况下,由于耐热层24预先设置于隔膜23,因此如上所述,该耐热层24的操作性提高。需要说明的是,卷绕体除了正极21、负极22、隔膜23以及耐热层24均未浸渍有电解液以外,具有与电池元件20的结构同样的结构。接下来,使用压力机等按压卷绕体,由此将卷绕体成型为扁平形状。

[0229] 接下来,在将卷绕体收容在凹陷部10U的内部之后,折叠外包装膜10(熔接层/金属层/表面保护层),由此使该外包装膜10彼此相互对置。接下来,使用热熔接法等粘接法,使相互对置的熔接层中的两个边的外周缘部彼此相互粘接,由此将卷绕体收纳于袋状的外包装膜10的内部。

[0230] 最后,在将电解液注入到袋状的外包装膜10的内部之后,使用热熔接法等粘接法使相互对置的熔接层中的剩余的一个边的外周缘部彼此相互粘接。在该情况下,将密封膜41插入到外包装膜10与正极引线31之间,并且将密封膜42插入到外包装膜10与负极引线32之间。

[0231] 由此,电解液浸渍到卷绕体中,从而制作出作为卷绕电极体的电池元件20。因此,电池元件20被封入袋状的外包装膜10的内部,从而组装成二次电池。

[0232] [二次电池的稳定化]

[0233] 使组装后的二次电池进行充放电。环境温度、充放电次数(循环数)以及充放电条件等各种条件能够任意地设定。由此,在正极21以及负极22各自的表面上形成覆膜,从而使二次电池的状态电化学稳定化。由此,完成了二次电池。

[0234] <1-4.作用以及效果>

[0235] 根据该二次电池,隔膜23以及耐热层24配置在正极21与负极22之间,该耐热层24至少配置于对置区域R,并且包含耐热性材料,电解液的电解质盐包含酰亚胺阴离子。

[0236] 在该情况下,如上所述,即使在高温环境下隔膜23熔融或熔断,耐热层24也继续介于正极21与负极22之间,从而可以防止该正极21和负极22的短路。

[0237] 而且,如上所述,在二次电池的充放电时,在正极21以及负极22的每一个的表面上形成源自电解质盐的优质覆膜,因此电解液的分解反应得到抑制。另外,在正极21以及负极22中的每一个的表面附近锂离子的移动速度提高,并且在电解液的溶液中锂离子的移动速度也提高。

[0238] 因此,能够得到优异的电池特性。

[0239] 特别是,耐热层24包含高分子化合物,如果该高分子化合物包含聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺以及聚四氟乙烯中的任意一种或两种以上,则在该耐热层24中可以得到优异的热稳定性,因此能够得到更高的效果。

[0240] 另外,如果耐热层24包含氧化物,该氧化物包含氧化铝、氧化钛、氧化硅以及氧化锆中的任意一种或两种以上,则在该耐热层24中可以得到优异的热稳定性,因此能够得到更高的效果。在该情况下,如果耐热层24进一步包含保持氧化物的保持材料,该保持材料包含聚酰胺、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、三聚氰胺、苯并胍胺、聚四氟乙烯以及聚偏氟乙烯中的任意一种或两种以上,则在该耐热层24的内部变得容易维持多个粒子(氧化物)的分散状态,因此能够得到更高的效果。

[0241] 另外,如果耐热层24设置于隔膜23,则该耐热层24的操作性提高,并且使用了该耐热层24的二次电池的制造工序变得容易,因此能够得到更高的效果。

[0242] 另外,如果电解质盐包含轻金属离子作为阳离子,则可以得到高电压,因此能够得到更高的效果。在该情况下,如果轻金属离子包含锂离子,则可以得到更高的电压,因此能够得到更高的效果。

[0243] 另外,如果电解液中的电解质盐的含量为 $0.2\text{mol/kg} \sim 2\text{mol/kg}$,则可以得到高离子传导性,因此能够得到更高的效果。

[0244] 另外,如果电解液进一步包含添加剂,该添加剂包含不饱和环状碳酸酯、氟化环状碳酸酯、磺酸酯、二羧酸酐、二磺酸酐、硫酸酯、腈化合物以及异氰酸酯化合物中的任意一种或两种以上,则可以抑制该电解液的分解反应,因此能够得到更高的效果。

[0245] 另外,如果电解液进一步包含其他电解质盐,其他电解质盐包含六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、双(氟磺酰基)酰亚胺锂、双(草酸)硼酸锂以及二氟磷酸锂中的一种或两种以上,则锂离子的移动速度进一步提高,因此能够得到更高的效果。

[0246] 另外,如果二次电池是锂离子二次电池,则可以利用锂的嵌入脱嵌来稳定地得到充分的电池容量,因此能够得到更高的效果。

[0247] <2. 变形例>

[0248] 如以下说明的那样,上述的二次电池的结构能够适当变更。另外,以下说明的一系列变形例中的任意两种以上可以相互组合。

[0249] [变形例1、2]

[0250] 如上所述,耐热层24可以在正极21与负极22之间至少配置于对置区域R。与此相伴,耐热层24的配设范围能够任意地变更。

[0251] 在图3中,耐热层24的配设范围比对置区域R扩张,更具体而言,该耐热层24的配设范围比负极活性物质层22B的配设范围分别向卷绕内侧以及卷绕外侧扩张。

[0252] 与此相对,如对应于图3的图4所示,耐热层24的配设范围比对置区域R扩张,更具体而言,该耐热层24的配设范围可以与负极活性物质层22B的配设范围一致(变形例1)。

[0253] 或者,如对应于图3的图5所示,耐热层24的配设范围与对置区域R一致,更具体而言,也可以是,该耐热层24的配设范围变得比负极活性物质层22B的配设范围窄,并且与正极活性物质层21B的配设范围一致(变形例2)。

[0254] 在这些情况下,也可以利用耐热层24来防止正极21和负极22的短路,因此能够得到同样的效果。

[0255] [变形例3、4]

[0256] 在图3中,耐热层24设置于隔膜23,更具体而言,该耐热层24设置在隔膜23的两面上。然而,如果耐热层24至少配置于正极21与负极22之间的对置区域R,则该耐热层24的配设数能够任意地变更。

[0257] 具体而言,也可以是,如对应于图3的图6所示,仅在隔膜23的上表面,即仅在与负极22对置的一侧的隔膜23的一面上设置耐热层24(变形例3)。

[0258] 或者,也可以是,如对应于图3的图7所示,仅在隔膜23的下表面,即仅在与正极21对置的一侧的隔膜23的一面上设置耐热层24(变形例4)。

[0259] 在这些情况下,也可以利用耐热层24来防止正极21和负极22的短路,因此能够得到同样的效果。

[0260] 特别是,在图6所示的情况下,即使在高温或高电压等苛刻条件下保存二次电池,也可以在抑制负极22与隔膜23的的同时确保锂离子的移动路径(扩散路径)。因此,可以防止负极22与隔膜23的反应物堆积在负极22的表面上。

[0261] 另外,在图7所示的情况下,即使在高温或高电压等苛刻条件下保存二次电池,也能够抑制正极21与隔膜23的反应,并且可以防止隔膜23的物理强度由于氧化而降低。

[0262] [变形例5~8]

[0263] 在图3中,耐热层24设置于隔膜23。然而,如果耐热层24在正极21与负极22之间至少配置于对置区域R,则该耐热层24的配设场所能够任意地变更。

[0264] 具体而言,也可以是,如对应于图3的图8所示,耐热层24设置于正极21以及负极22中的每一个(变形例5)。在该情况下,耐热层24配置在正极21与隔膜23之间,并且耐热层24配置在负极22与隔膜23之间。

[0265] 或者,也可以是,如对应于图3的图9所示,耐热层24仅设置于负极22(变形例6),也可以是,如对应于图3的图10所示,耐热层24仅设置于正极21(变形例7)。

[0266] 此外,也可以是,如对应于图3的图11所示,耐热层24设置在隔膜23的两面上,并且该耐热层24进一步设置于正极21以及负极22中的每一个(变形例8)。

[0267] 在这些情况下,也可以利用耐热层24来防止正极21和负极22的短路,因此能够得到同样的效果。

[0268] [变形例9]

[0269] 如上所述,电解液包含酰亚胺阴离子的电解质盐,并且也可以包含其他电解质盐。

[0270] 其中,优选电解液包含六氟磷酸锂作为其他电解质盐,并且该电解液中的电解质盐的含量与该电解液中的其他电解质盐的含量的关系被适当化。

[0271] 具体而言,电解质盐包含阳离子以及酰亚胺阴离子。另外,六氟磷酸锂包含锂离子以及六氟磷酸根离子。

[0272] 在该情况下,电解液中的阳离子的含量C1与该电解液中的锂离子的含量C2之和(mol/kg)为 $0.7\text{mol/kg} \sim 2.2\text{mol/kg}$ 。另外,该电解液中的六氟磷酸根离子的摩尔数M2相对于电解液中的酰亚胺阴离子的摩尔数M1的比例R(mol%)为 $13\text{mol}\% \sim 6000\text{mol}\%$ 。这是因为在正极21以及负极22中的每一个的表面附近阳离子以及锂离子中的每一个的移动速度充分提高,并且在电解液的溶液中阳离子以及锂离子中的每一个的移动速度也充分提高。

[0273] 在此说明的“电解液中的阳离子的含量”是阳离子的电解质盐相对于溶剂的含量,并且“电解液中的锂离子的含量”是锂离子相对于溶剂的含量。需要说明的是,和T基于 $T=C1+C2$ 这一计算公式来计算,比例R基于 $R=(M2/M1) \times 100$ 这一计算公式来计算。

[0274] 在计算和T以及比例R中的每一个的情况下,通过将二次电池解体,回收电解液之后,使用ICP发射光谱分析法分析电解液。由此,分别确定含量C1、C2以及摩尔数M1、M2,从而分别计算出和T以及比例R。

[0275] 在该情况下,由于电解液包含电解质盐,因此能够得到同样的效果。在该情况下,特别是,在并用电解质盐和其他电解质盐(六氟磷酸锂)的情况下,两者的总量(和T)被适当化,并且两者的混合比(比例R)也被适当化。由此,在正极21以及负极22中的每一个的表面附近,阳离子以及锂离子中的每一个的移动速度进一步提高,并且在电解液的溶液中,阳离子以及锂离子中的每一个的移动速度也进一步提高。因此,能够得到更高的效果。

[0276] [变形例10]

[0277] 使用了作为多孔膜的隔膜23。然而,虽然在此没有具体图示,但也可以使用包括高分子化合物层的层叠型的隔膜。

[0278] 具体而言,层叠型的隔膜包含具有一对面对的多孔质膜和设置在该多孔质膜的单面或两面上的高分子化合物层。这是因为隔膜对于正极21以及负极22中的每一个的密合性提高,从而可以抑制电池元件20的位置偏移(卷绕偏移)。由此,即使发生电解液的分解反应等

副反应,也可以抑制二次电池的膨胀。高分子化合物层包含聚偏氟乙烯等高分子化合物。这是因为可以得到优异的物理强度以及优异的电化学稳定性。

[0279] 需要说明的是,多孔质膜以及高分子化合物层中的一方或双方可以包含多个绝缘性粒子。这是因为在二次电池发热时多个绝缘性粒子可以促进散热,因此该二次电池的安全性(耐热性)提高。绝缘性粒子包含无机材料以及树脂材料等绝缘性材料中的任意一种或两种以上。无机材料的具体例子是氧化铝、氮化铝、勃姆石、氧化硅、氧化钛、氧化镁以及氧化锆等。树脂材料的具体例子是丙烯酸树脂以及苯乙烯树脂等。

[0280] 在制作层叠型的隔膜的情况下,制备了包含高分子化合物以及溶剂等的前体溶液,然后将前体溶液涂布在多孔质膜的单面或两面上。在该情况下,根据需要,也可以在前体溶液中添加多个绝缘性粒子。

[0281] 即使在使用了该层叠型的隔膜的情况下,锂离子也能够在正极21与负极22之间移动,因此能够得到同样的效果。在该情况下,特别是,如上所述,由于抑制了二次电池的膨胀,因此能够得到更高的效果。

[0282] [变形例11]

[0283] 使用了作为液状的电解质的电解质。然而,虽然在此没有具体图示,但也可以使用作为凝胶状的电解质的电解质层。

[0284] 在使用了电解质层的电池元件20中,正极21以及负极22隔着隔膜23、耐热层24以及电解质层相互层叠,并且该正极21、负极22、隔膜23、耐热层24以及电解质层卷绕。该电解质层介于正极21与隔膜23之间,并且介于负极22与隔膜23之间。

[0285] 具体而言,电解质层包含电解液以及高分子化合物,该电解液由高分子化合物保持。这是因为可以防止电解液的漏液。电解液的构成如上所述。高分子化合物包含聚偏氟乙烯等。在形成电解质层的情况下,在制备了包含电解液、高分子化合物以及溶剂等的前体溶液之后,将前体溶液涂布在正极21以及负极22的每一个的单面或两面上。

[0286] 在使用了该电解质层的情况下,锂离子也能够经由电解质层在正极21与负极22之间移动,因此能够得到相同的效果。在该情况下,特别是,如上所述,由于可以防止电解液的漏液,因此能够得到更高的效果。

[0287] <3. 二次电池的用途>

[0288] 二次电池的用途(应用例)没有特别限定。用作电源的二次电池可以是电子设备以及电动车辆等的主电源,也可以是辅助电源。主电源是优先使用的电源,与有无其他电源无关。辅助电源可以是代替主电源而使用的电源,也可以是从主电源切换的电源。

[0289] 二次电池的用途的具体例子如下。摄像机、数码静态相机、移动电话、笔记本电脑、立体声耳机、便携式收音机以及便携式信息终端等电子设备。备用电源以及存储卡等存储用装置。电钻以及电锯等电动工具。搭载在电子设备等中的电池包。起搏器以及助听器等医用电子设备。电动汽车(包括混合动力汽车。)等电动车辆。防备紧急情况等而预先蓄积电力的家用或产业用的电池系统等电力存储系统。在这些用途中,可以使用1个二次电池,也可以使用多个二次电池。

[0290] 电池包可以使用单电池,也可以使用电池组。电动车辆是使用二次电池作为驱动用电源来工作(行驶)的车辆,也可以是一并具备该二次电池以外的其他驱动源的混合动力汽车。在家用电力存储系统中,能够利用蓄积在作为电力存储源的二次电池中的电力来使

用家用电气产品等。

[0291] 在此,关于二次电池的应用例的一例具体进行说明。以下说明的应用例的结构仅是一例,因此能够适当变更。

[0292] 图12示出了电池包的模块结构。在此说明的电池包是使用了1个二次电池的电池包(所谓的软包),搭载在以智能手机为代表的电子设备等中。

[0293] 如图12所示,该电池包具备电源51和电路基板52。该电路基板52与电源51连接,并且包含正极端子53、负极端子54以及温度检测端子55。

[0294] 电源51包含1个二次电池。在该二次电池中,正极引线连接至正极端子53,并且负极引线连接至负极端子54。该电源51能够经由正极端子53以及负极端子54与外部连接,因此能够进行充放电。电路基板52包括控制部56、开关57、PTC元件58、温度检测部59。另外,也可以省略PTC元件58。

[0295] 控制部56包括中央运算处理装置(CPU)以及存储器等,控制电池包整体的动作。该控制部56根据需要进行电源51的使用状态的检测以及控制。

[0296] 需要说明的是,当电源51(二次电池)的电压达到过充电检测电压或过放电检测电压时,控制部56通过切断开关57,使充电电流不流过该电源51的电流路径。过充电检测电压没有特别限定,具体而言为 $4.20V \pm 0.05V$,并且过放电检测电压没有特别限定,具体而言为 $2.40V \pm 0.1V$ 。

[0297] 开关57包括充电控制开关、放电控制开关、充电用二极管以及放电用二极管等,根据控制部56的指示来切换电源51与外部设备的连接的有无。该开关57包含使用了金属氧化物半导体的场效应晶体管(MOSFET)等,充放电电流基于开关57的导通电阻来检测。

[0298] 温度检测部59包括热敏电阻等温度检测元件,使用温度检测端子55测定电源51的温度,并且将该温度的测定结果输出到控制部56。由温度检测部59测定的温度的测定结果用于在异常发热时控制部56进行充放电控制的情况以及在计算剩余容量时控制部56进行修正处理的情况等。

[0299] 实施例

[0300] 关于本技术的实施例进行说明。

[0301] <实施例1~24以及比较例1~6>

[0302] 如以下说明的那样,制作了二次电池,然后评价了该二次电池的电池特性。

[0303] [二次电池的制作]

[0304] 通过以下的步骤,制作了图1以及图2所示的层压膜型的二次电池(锂离子二次电池)。在此,为了制作二次电池,使用了图3所示的隔膜23,即在两面设置有耐热层24的隔膜23。

[0305] (正极的制作)

[0306] 首先,使91质量份的正极活性物质(含锂化合物)(氧化物)的($\text{LiNi}_{0.82}\text{Co}_{0.14}\text{Al}_{0.04}\text{O}_2$)、3质量份的正极粘结剂(聚偏氟乙烯)和6质量份的正极导电剂(炭黑)相互混合,由此形成正极合剂。接下来,将正极合剂加入到溶剂(作为有机溶剂的N-甲基-2-吡咯烷酮)中,然后搅拌该溶剂,由此制备了糊剂状的正极合剂浆料。接下来,使用涂布装置将正极合剂浆料涂布在正极集电体21A(厚度=12 μm 的带状铝箔)的两面上,然后使该正极合剂浆料干燥,由此形成了正极活性物质层21B。最后,使用辊压机对正极活性物质

层21B进行了压缩成型。由此,制成正极21。

[0307] (负极的制作)

[0308] 首先,使93质量份的负极活性物质(作为碳材料的人造石墨)和7质量份的负极粘结剂(聚偏氟乙烯)相互混合,由此形成负极合剂。接下来,将负极合剂加入到溶剂(作为有机溶剂的N-甲基-2-吡咯烷酮)中,然后搅拌该有机溶剂,由此制备了糊剂状的负极合剂浆料。接下来,使用涂布装置将负极合剂浆料涂布在负极集电体22A(厚度=15 μm 的带状铜箔)的两面上,然后使该负极合剂浆料干燥,由此形成了负极活性物质层22B。最后,使用辊压机对负极活性物质层22B进行了压缩成型。由此,制成负极22。

[0309] (耐热层的形成)

[0310] 首先,制备了用于形成耐热层24的溶液。

[0311] 在使用高分子化合物作为耐热性材料的情况下,在溶剂(作为有机溶剂的N-甲基-2-吡咯烷酮)中加入高分子化合物,然后搅拌了该溶剂。作为高分子化合物,使用了式(5-1)所示的对位型的芳香族聚酰胺(PA1)和式(5-2)所示的间位型的芳香族聚酰胺(PA2)。

[0312] 在使用氧化物作为耐热性材料的情况下,在溶剂(作为有机溶剂的N-甲基-2-吡咯烷酮)中加入氧化物(中心粒径=0.3 μm ,比表面积=13 m^2/g)以及保持材料,然后搅拌了该溶剂。作为氧化物,使用了氧化铝(Al_2O_3)、氧化钛(TiO_2)和氧化硅(SiO_2)。作为保持材料,使用了聚偏氟乙烯(PVDF)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)。氧化物与保持材料的混合比(重量比)为氧化物:保持材料=20:1。

[0313] 接下来,使用台式涂布机在隔膜23(平均细孔径=17.9nm的聚乙烯微多孔膜)的两面上涂布溶液,由此形成了涂膜。最后,在水浴中加入隔膜23,由此使涂膜相分离,然后对该涂膜进行了热风干燥。

[0314] 由此,如表1以及表2所示,在隔膜23的两面上形成耐热层24(厚度=2 μm ,密度=0.3 mg/cm^2)。

[0315] 需要说明的是,作为隔膜23的聚乙烯微多孔膜的制作步骤如下。首先,使用二轴挤出机,使聚乙烯和增塑剂(液体石蜡)熔融混炼,由此制备了聚乙烯溶液。接下来,从安装于二轴挤出机的前端的T型模挤出聚乙烯溶液,同时使用冷却辊卷绕聚乙烯溶液,由此成型为凝胶状的片材。接下来,通过双轴拉伸凝胶状的片材,得到薄膜。最后,通过使用溶剂(己烷)清洗薄膜,提取除去残留的液体石蜡,然后对该薄膜进行了干燥以及热处理。由此,薄膜被微多孔化,从而得到聚乙烯微多孔膜。

[0316] 需要说明的是,为了进行比较,如表2所示,除了使用了非耐热性材料(作为高分子化合物的聚乙烯(PE))来代替耐热性材料以外,通过同样的步骤形成了耐热层24。

[0317] (电解液的制备)

[0318] 首先,将电解质盐添加到溶剂中,然后搅拌了该溶剂。

[0319] 作为溶剂,使用了作为环状碳酸酯的碳酸亚乙酯和作为内酯的 γ -丁内酯。在该情况下,溶剂的混合比(重量比)为碳酸亚乙酯: γ -丁内酯=30:70。

[0320] 作为电解质盐的阳离子,使用了锂离子(Li^+)。作为电解质盐的阴离子,使用了式(1-5)、式(1-6)、式(1-21)以及式(1-22)各自所示的第一酰亚胺阴离子、式(2-5)所示的第二酰亚胺阴离子、式(3-5)所示的第三酰亚胺阴离子和式(4-37)所示的第四酰亚胺阴离子。电解质盐的含量(mol/kg)如表1以及表2所示。

[0321] 由此,制备了包含电解质盐的电解液。该电解质盐是包含酰亚胺阴离子作为阴离子的锂盐。

[0322] 需要说明的是,为了进行比较,如表2所示,除了使用了六氟磷酸根离子(PF_6^-)作为阴离子以外,通过同样的步骤制备了电解液。

[0323] (二次电池的组装)

[0324] 首先,将正极引线31(铝箔)焊接至正极21的正极集电体21A,并且将负极引线32(铜箔)焊接至负极22的负极集电体22A。

[0325] 接下来,使正极21以及负极22隔着设置有耐热层24的隔膜23相互层叠,然后使该正极21、负极22、隔膜23以及耐热层24卷绕,由此制作了卷绕体。接下来,使用压力机对卷绕体进行冲压,由此成型为扁平形状的卷绕体。

[0326] 接下来,以夹持收容在凹陷部10U中的卷绕体的方式折叠外包装膜10(熔接层/金属层/表面保护层),然后使该熔接层中的两个边的外周缘部彼此相互热熔接,由此将卷绕体收纳在袋状的外包装膜10的内部。作为外包装膜10,使用了从内侧依次层叠有熔接层(厚度=30 μm 的聚丙烯膜)、金属层(厚度=40 μm 的铝箔)、表面保护层(厚度=25 μm 的尼龙膜)的铝层压膜。

[0327] 最后,在袋状的外包装膜10的内部注入电解液之后,在减压环境中使熔接层中的剩余的一个边的外周缘部彼此相互热熔接。在该情况下,将密封膜41(厚度=5 μm 的聚丙烯膜)插入到外包装膜10与正极引线31之间,并且将密封膜42(厚度=5 μm 的聚丙烯膜)插入到外包装膜10与负极引线32之间。由此,电解液浸渍在卷绕体中,从而制作出电池元件20。

[0328] 由此,电池元件被封入外包装膜10的内部,从而组装成二次电池。

[0329] (二次电池的稳定化)

[0330] 在常温环境中(温度=23 $^{\circ}\text{C}$)使二次电池充放电1个循环。在充电时,以0.1C的电流进行恒流充电直至电压达到4.2V,然后以该4.2V的电压进行恒压充电直至电流达到0.05C。在放电时,以0.1C的电流进行恒流放电直至电压达到2.5V。0.1C是指将电池容量(理论容量)在10小时内完全放电的电流值,并且0.05C是指将电池容量在20小时内完全放电的电流值。

[0331] 由此,由于在正极21以及负极22各自的表面上形成了覆膜,因此二次电池的状态电化学稳定化。从而,完成了层压膜型的二次电池。

[0332] [电池特性的评价]

[0333] 评价了电池特性,得到表1以及表2所示的结果。在此,评价了高温循环特性、高温保存特性以及低温负荷特性。

[0334] (高温循环特性)

[0335] 首先,通过在高温环境中(温度=60 $^{\circ}\text{C}$)使二次电池充放电,测定了放电容量(第1个循环的放电容量)。充放电条件与上述的二次电池稳定化时的充放电条件是同样的。

[0336] 接下来,在相同环境中,使二次电池反复进行充放电直至循环总数达到100个循环,由此测定了放电容量(第100个循环的放电容量)。充放电条件与上述的二次电池稳定化时的充放电条件是同样的。

[0337] 最后,基于循环维持率($\%$)=(第100个循环的放电容量/第1个循环的放电容量) $\times 100$ 这一计算公式,计算出作为用于评价高温循环特性的指标的循环维持率。

[0338] (高温保存特性)

[0339] 首先,在常温环境中(温度=23°C)使二次电池充放电1个循环,由此测定了放电容量(保存前的放电容量)。充放电条件与上述的二次电池稳定化时的充放电条件是同样的。

[0340] 接下来,在相同环境中使二次电池进行充电,由此在高温环境中(温度=80°C)保存充电状态的二次电池(保存时间=10天),然后在常温环境中使二次电池进行放电,由此测定了放电容量(保存后的放电容量)。充放电条件与上述的二次电池稳定化时的充放电条件是同样的。

[0341] 最后,基于保存维持率($\%$) = (保存后的放电容量/保存前的放电容量) \times 100这一计算公式,计算出作为用于评价高温保存特性的指标的保存维持率。

[0342] (低温负载特性)

[0343] 首先,在常温环境中(温度=23°C)使二次电池充放电1个循环,由此测定了放电容量(第1个循环的放电容量)。充放电条件与上述的二次电池稳定化时的充放电条件是同样的。

[0344] 接下来,在低温环境中(温度=-10°C)使二次电池反复进行充放电直至循环总数达到100个循环,由此测定了放电容量(第100个循环的放电容量)。充放电条件除了将放电时的电流变更为1C以外,与上述的二次电池的稳定化时的充放电条件是同样的。1C是指将电池容量在1小时内完全放电的电流值。

[0345] 最后,基于负荷维持率($\%$) = (第100个循环的放电容量/第1个循环的放电容量) \times 100这一计算公式,计算出作为用于评价低温负载特性的指标的负荷维持率。

[0346] [表1]

[0347]

	耐热层				电解质盐			循环 维持率 (%)	保存 维持率 (%)	负荷 维持率 (%)
	配设 场所	耐热性 材料	非耐热性 材料	保持 材料	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)			
实施例 1	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-21)	0.2	43	61	15
实施例 2	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-21)	0.5	70	66	33
实施例 3	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-21)	1	87	88	50
实施例 4	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-21)	2	86	87	57
实施例 5	隔膜	PA2	—	—	Li ⁺	式 (1-21)	1	92	91	50
实施例 6	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	0.2	52	65	21
实施例 7	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	0.5	79	70	39
实施例 8	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	1	96	91	56
实施例 9	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	2	95	90	63
实施例 10	隔膜	TiO ₂	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	1	94	90	54
实施例 11	隔膜	SiO ₂	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-21)	1	94	89	52
实施例 12	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PMMA	Li ⁺	式 (1-21)	1	97	94	63
实施例 13	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-5)	1	79	82	45
实施例 14	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-6)	1	81	83	45
实施例 15	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (1-22)	1	83	86	48
实施例 16	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (2-5)	1	79	80	45
实施例 17	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (3-5)	1	74	80	43
实施例 18	隔膜	PAI	—	—	Li ⁺	式 (4-37)	1	59	75	42

[0348]

[表2]

[0349]

	耐热层				电解质盐			循环维持率 (%)	保存维持率 (%)	负荷维持率 (%)
	配设场所	耐热性材料	非耐热性材料	保持材料	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)			
实施例 19	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-5)	1	88	93	51
实施例 20	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-6)	1	90	94	51
实施例 21	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (1-22)	1	92	90	54
实施例 22	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (2-5)	1	88	84	51
实施例 23	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (3-5)	1	83	84	49
实施例 24	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	式 (4-37)	1	68	79	48
比较例 1	隔膜	PA1	—	—	Li ⁺	PF ₆ ⁻	1	33	60	30
比较例 2	隔膜	PA2	—	—	Li ⁺	PF ₆ ⁻	1	38	63	30
比较例 3	隔膜	Al ₂ O ₃	—	PVDF	Li ⁺	PF ₆ ⁻	1	42	64	36
比较例 4	隔膜	TiO ₂	—	PVDF	Li ⁺	PF ₆ ⁻	1	40	63	34
比较例 5	隔膜	SiO ₂	—	PVDF	Li ⁺	PF ₆ ⁻	1	40	62	32
比较例 6	隔膜	—	PE	—	Li ⁺	式 (1-21)	1	68	70	45

[0350] [考察]

[0351] 如表1以及表2所示,循环维持率、保存维持率以及负荷维持率分别根据电解液的构成以及耐热层24的结构而大幅变动。

[0352] 具体而言,即使在耐热层24包含耐热性材料,电解质盐不包含酰亚胺阴离子的情况下(比较例1~5)、循环维持率、保存维持率以及负荷维持率均减少。

[0353] 另外,即使在电解质盐包含酰亚胺阴离子,耐热层24包含非耐热性材料的情况下(比较例6),循环维持率、保存维持率以及负荷维持率均减少。

[0354] 与此相对,在耐热层24包含耐热性材料并且电解质盐包含酰亚胺阴离子的情况下(实施例1~24),循环维持率、保存维持率以及负荷维持率均增加。

[0355] 特别是,在电解质盐包含酰亚胺阴离子的情况下(实施例1~24),也得到了以下说明的倾向。第一,当电解质盐包含轻金属离子(锂离子)作为阳离子时,循环维持率、保存维持率以及负荷维持率分别变得足够高。第二,当电解质盐的含量相对于溶剂的含量为0.2mol/kg~2mol/kg时,循环维持率、保存维持率以及负荷维持率分别变得足够高。

[0356] <实施例25~42>

[0357] 除了如表3以及表4所示,电解液含有添加剂以及其他电解质盐中的任一种以外,通过与实施例3中同样的步骤制作了二次电池,然后评价了电池特性。在该情况下,将添加剂以及其他电解质盐中的任一种添加到含有电解质盐的溶剂中,然后搅拌了该溶剂。

[0358] 关于添加剂的详细情况如下所述。作为不饱和环状碳酸酯,使用了碳酸亚乙烯酯(VC)、碳酸乙烯基亚乙酯(VEC)以及碳酸亚甲基亚乙酯(MEC)。作为氟化环状碳酸酯,使用了单氟碳酸亚乙酯(FEC)以及二氟碳酸亚乙酯(DFEC)。作为磺酸酯,使用了作为环状单磺酸酯的丙烷磺内酯(PS)以及丙烯磺内酯(PRS)、作为环状二磺酸酯的甲基二磺酸乙二醇酯(CD)。作为二羧酸酐,使用了琥珀酸酐(SA)。作为二磺酸酐,使用了丙烷二磺酸酐(PSAH)。作为硫酸酯,使用了亚乙基硫酸盐(DTD)。作为腈化合物,使用了丁二腈(SN)。作为异氰酸酯化合物,使用了六亚甲基二异氰酸酯(HMI)。

[0359] 作为其他电解质盐,使用了六氟磷酸锂(LiPF_6)、四氟硼酸锂(LiBF_4)、双(氟磺酰基)酰亚胺锂(LiFSI)、双(草酸)硼酸锂(LiBOB)以及二氟磷酸锂(LiPF_2O_2)。

[0360] 电解液中的添加剂以及其他电解质盐中的每一个的含量(重量%)如表3以及表4所示。

[0361] [表3]

[0362]

耐热层（配设场所=隔膜，耐热性材料=PA1）

	电解质盐				添加剂		循环 维持率 (%)	保存 维持率 (%)	负荷 维持率 (%)
	阳离子		阴离子		种类	含量 (重量%)			
	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)	含量 (mol/kg)					
实施例 25	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	VC	1	91	90	48
实施例 26	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	VEC	1	89	90	50
实施例 27	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	MEC	1	89	90	50
实施例 28	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	FEC	5	93	89	50
实施例 29	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	DFEC	5	90	89	49
实施例 30	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	PS	1	89	91	49
实施例 31	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	PRS	1	89	91	48
实施例 32	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	CD	1	89	90	50
实施例 33	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	SA	0.5	89	90	47
实施例 34	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	PSAH	0.5	89	92	54
实施例 35	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	DTD	0.5	87	90	51
实施例 36	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	SN	1	88	91	50
实施例 37	Li ⁺	式 (1-21)	式 (1-21)	式 (1-21)	HMI	1	88	90	50

[0363]

[表4]

[0364]

耐热层（配设场所=隔膜，耐热性材料=PA1）

	电解质盐			其他电解质盐		循环维持率 (%)	保存维持率 (%)	负荷维持率 (%)
	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)	种类	含量 (重量%)			
实施例 38	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiPF ₆	1	89	90	49
实施例 39	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiBF ₄	1	88	90	50
实施例 40	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiFSI	1	88	91	52
实施例 41	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiBOB	0.5	91	92	48
实施例 42	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiPF ₂ O ₂	0.5	89	90	54

[0365] 如表3以及表4所示,在电解液包含添加剂的情况下(实施例25~37),与电解液不包含添加剂的情况(实施例3)相比,循环维持率以及保存维持率中的任意一种以上进一步增加。

[0366] 另外,如表3以及表4所示,在电解液包含其他电解质盐的情况下(实施例38~42),与电解液不包含其他电解质盐的情况(实施例3)相比,循环维持率以及保存维持率中的任意一种以上进一步增加。

[0367] <实施例43~74>

[0368] 除了如表5以及表6所示,电解液含有其他电解质盐(六氟磷酸锂(LiPF₆))以外,通过与实施例3同样的步骤制作了二次电池,然后评价了电池特性。

[0369] 在该情况下,将其他电解质盐与电解质盐一起添加到溶剂中,然后搅拌了该溶剂。电解质盐的含量(mol/kg)、其他电解质盐的含量(mol/kg)、和T(mol/kg)、比例R(mol%)如表5以及表6所示。

[0370] [表5]

[0371]

耐热层(配设场所=隔膜,耐热性材料=PA1)	电解质盐			其他电解质盐		和T (mol/kg)	比例R (重量%)	循环 维持率 (%)	保存 维持率 (%)	负荷 维持率 (%)
	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)	种类	含量 (重量%)					
实施例 43	Li ⁺	式(1-21)	0.05	LiPF ₆	0.1	0.15	400	25	40	22
实施例 44	Li ⁺	式(1-21)	0.1	LiPF ₆	0.1	0.2	200	28	52	24
实施例 45	Li ⁺	式(1-21)	0.2	LiPF ₆	0.1	0.3	100	35	57	30
实施例 46	Li ⁺	式(1-21)	0.5	LiPF ₆	0.1	0.6	40	50	67	31
实施例 47	Li ⁺	式(1-21)	1	LiPF ₆	0.1	1.1	20	90	92	56
实施例 48	Li ⁺	式(1-21)	1.5	LiPF ₆	0.1	1.6	13	93	94	60
实施例 49	Li ⁺	式(1-21)	2	LiPF ₆	0.1	2.1	10	37	62	33
实施例 50	Li ⁺	式(1-21)	0.05	LiPF ₆	0.5	0.55	2000	30	57	27
实施例 51	Li ⁺	式(1-21)	0.1	LiPF ₆	0.5	0.6	1000	33	61	29
实施例 52	Li ⁺	式(1-21)	0.2	LiPF ₆	0.5	0.7	500	60	77	40
实施例 53	Li ⁺	式(1-21)	0.5	LiPF ₆	0.5	1	200	90	94	57
实施例 54	Li ⁺	式(1-21)	1	LiPF ₆	0.5	1.5	100	91	94	62
实施例 55	Li ⁺	式(1-21)	1.5	LiPF ₆	0.5	2	67	70	94	62
实施例 56	Li ⁺	式(1-21)	0.05	LiPF ₆	1	1.05	4000	65	70	42
实施例 57	Li ⁺	式(1-21)	0.1	LiPF ₆	1	1.1	2000	69	77	48
实施例 58	Li ⁺	式(1-21)	0.2	LiPF ₆	1	1.2	1000	80	84	50
实施例 59	Li ⁺	式(1-21)	0.5	LiPF ₆	1	1.5	400	90	94	52

[0372] [表6]

[0373]

耐热层 (配设场所=隔膜, 耐热性材料=PA1)	电解质盐			其他电解质盐		和 T (mol/kg)	比例 R (重量%)	循环维持率 (%)	保存维持率 (%)	负荷维持率 (%)
	阳离子	阴离子	含量 (mol/kg)	种类	含量 (重量%)					
实施例 60	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiPF ₆	1	2	200	65	94	57
实施例 61	Li ⁺	式 (1-21)	1.5	LiPF ₆	1	2.5	133	33	67	38
实施例 62	Li ⁺	式 (1-21)	0.05	LiPF ₆	1.2	1.25	4800	65	77	44
实施例 63	Li ⁺	式 (1-21)	0.1	LiPF ₆	1.2	1.3	2400	70	82	50
实施例 64	Li ⁺	式 (1-21)	0.2	LiPF ₆	1.2	1.4	1200	80	87	54
实施例 65	Li ⁺	式 (1-21)	0.5	LiPF ₆	1.2	1.7	480	90	94	57
实施例 66	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiPF ₆	1.2	2.2	240	63	94	60
实施例 67	Li ⁺	式 (1-21)	1.5	LiPF ₆	1.2	2.7	160	30	72	38
实施例 68	Li ⁺	式 (1-21)	0.05	LiPF ₆	1.5	1.55	6000	60	74	47
实施例 69	Li ⁺	式 (1-21)	0.1	LiPF ₆	1.5	1.6	3000	63	77	52
实施例 70	Li ⁺	式 (1-21)	0.2	LiPF ₆	1.5	1.7	1500	67	92	57
实施例 71	Li ⁺	式 (1-21)	0.5	LiPF ₆	1.5	2	600	60	94	60
实施例 72	Li ⁺	式 (1-21)	1	LiPF ₆	1.5	2.5	300	30	68	38
实施例 73	Li ⁺	式 (1-21)	1.5	LiPF ₆	1.5	3	200	20	65	34
实施例 74	Li ⁺	式 (1-21)	0.05	LiPF ₆	2	2.05	8000	30	62	33

[0374] 如表5以及表6所示,在满足和T为0.7mol/kg~2.2mol/kg,并且比例R为13mol%~6000mol%这两个条件的情况下(实施例47等),与不满足这两个条件的情况(实施例43等)相比,循环维持率、保存维持率以及负荷维持率分别进一步增加。

[0375] [总结]

[0376] 由表1~表6所示的结果可知,当在正极21和负极22之间,至少在对置区域R配置有耐热层24,该耐热层24包含耐热性材料,电解液的电解质盐包含酰亚胺阴离子时,循环维持率、保存维持率以及负荷维持率均得到改善。因此,在二次电池中,得到了优异的高温循环

特性、优异的高温保存特性以及优异的低温负荷特性,因此能够得到优异的电池特性。

[0377] 以上,虽然一边列举一个实施方式以及实施例一边关于本技术进行了说明,但本技术的结构并不限于一个实施方式以及实施例中说明的结构,能够进行各种变形。

[0378] 具体而言,关于电池元件的元件结构是卷绕型的情况进行了说明。然而,电池元件的元件结构没有特别限定,因此也可以是层叠型以及反复折叠型等。在层叠型中,正极以及负极隔着隔膜交替层叠,并且在反复折叠型中,正极以及负极隔着隔膜相互对置地折叠成Z字形。

[0379] 在本说明书中记载的效果仅是示例,本技术的效果并不限于本说明书中记载的效果。因此,关于本技术也可以得到其他效果。

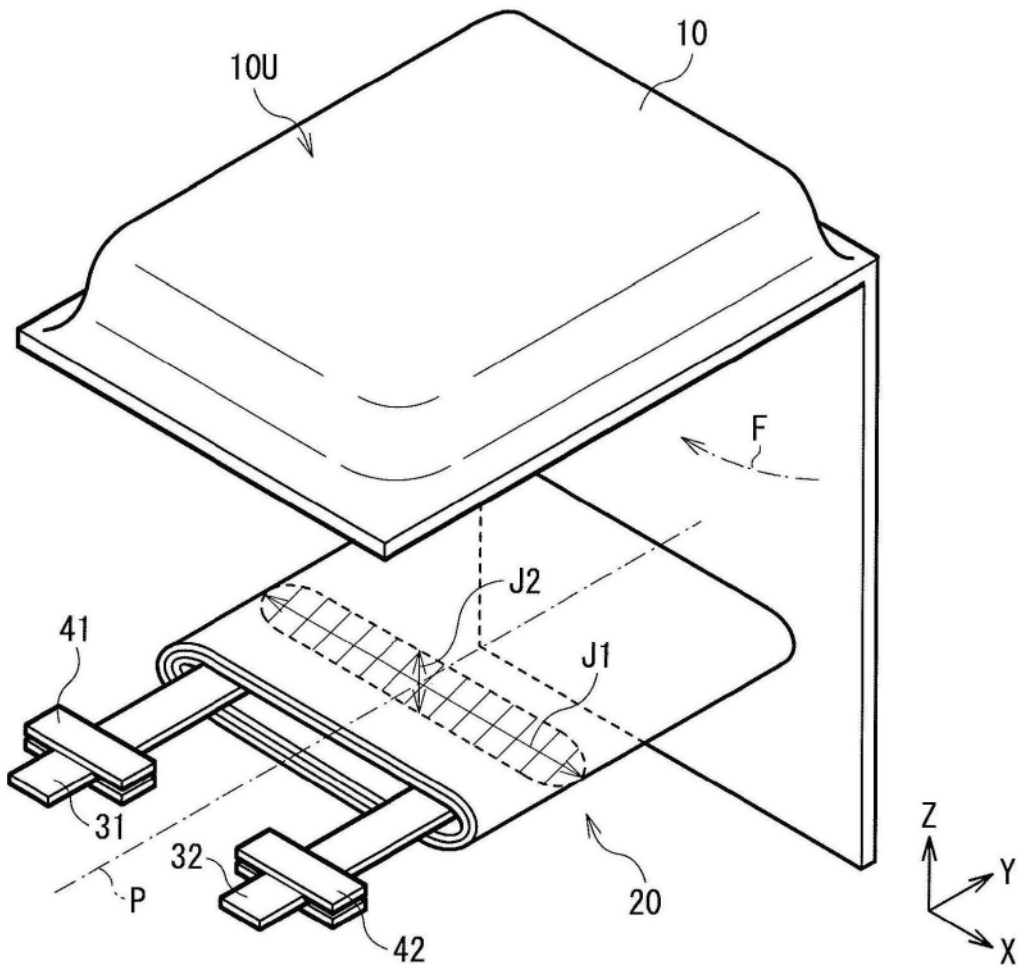


图1

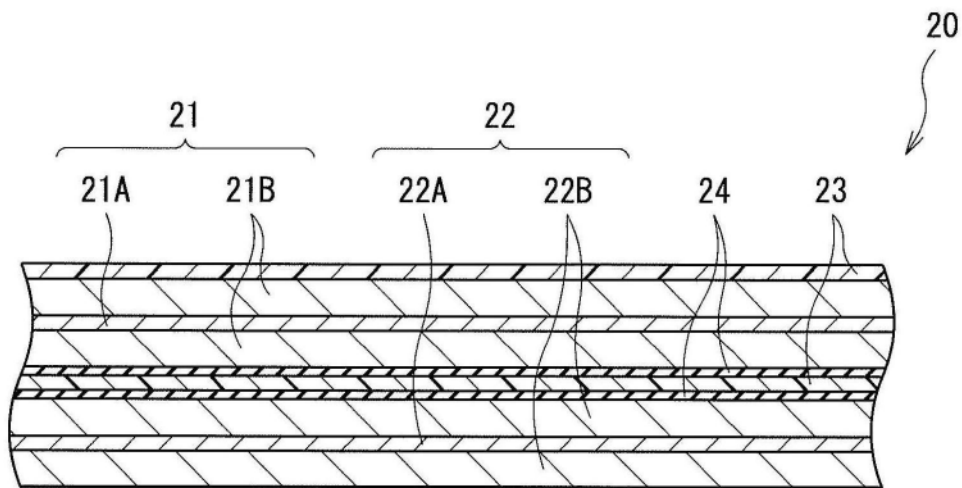


图2

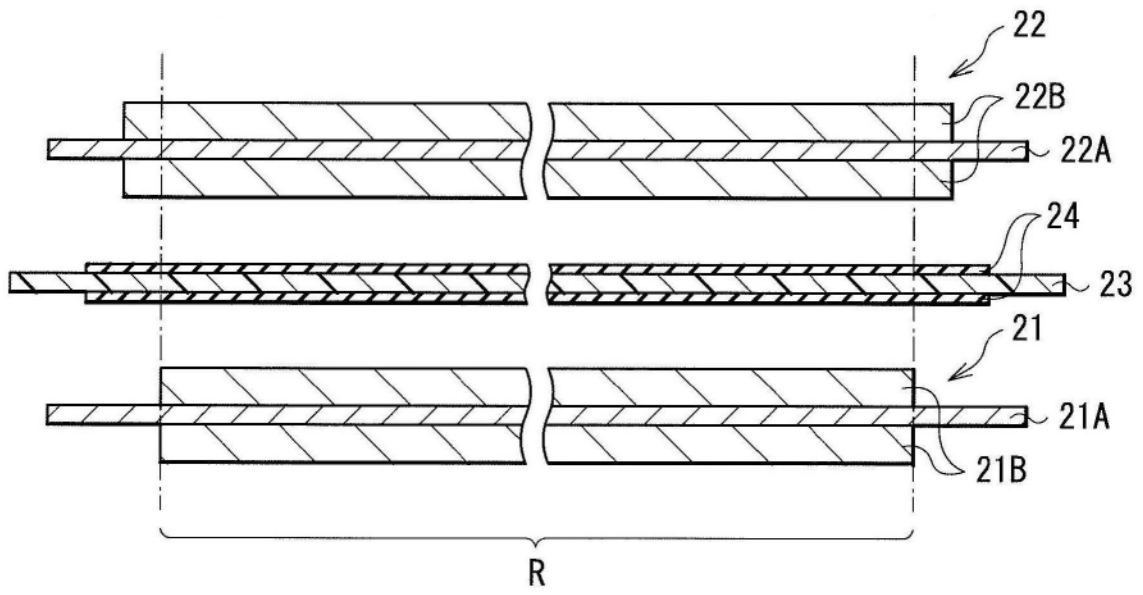


图3

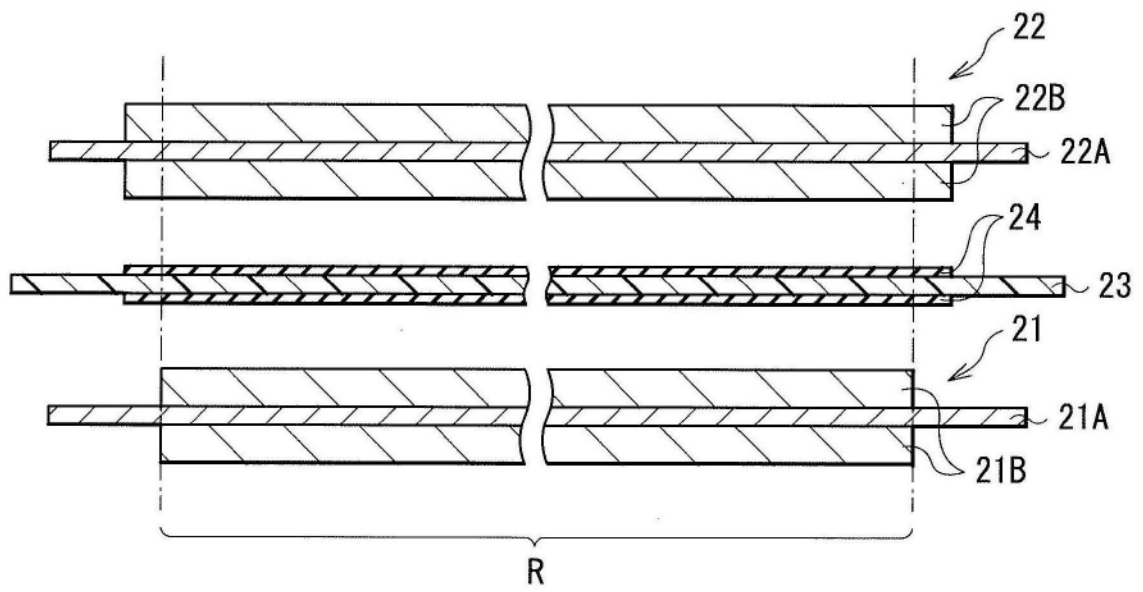


图4

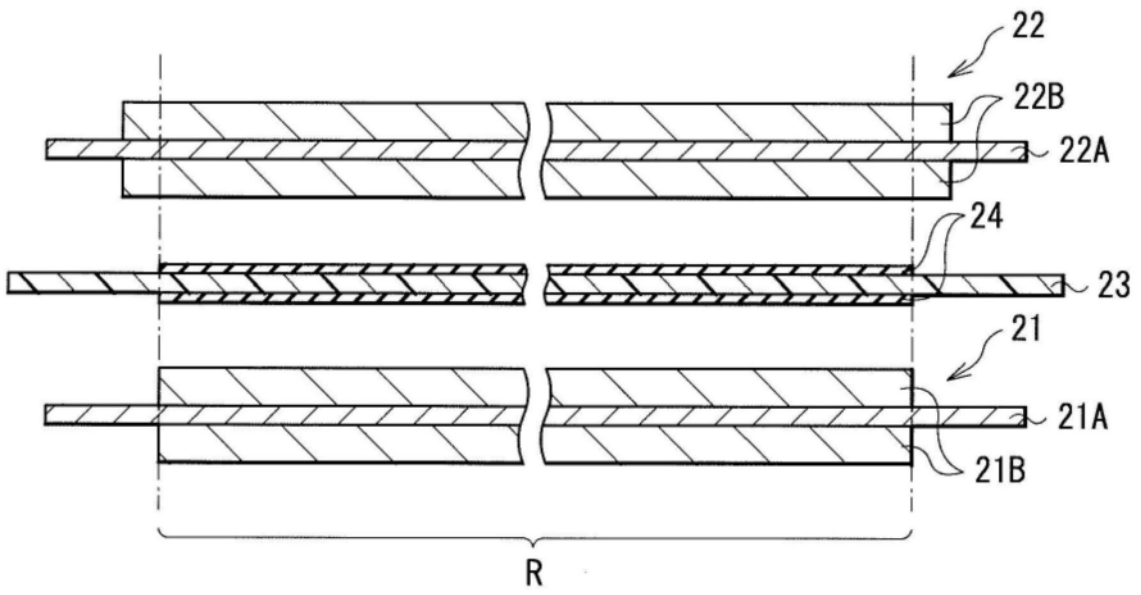


图5

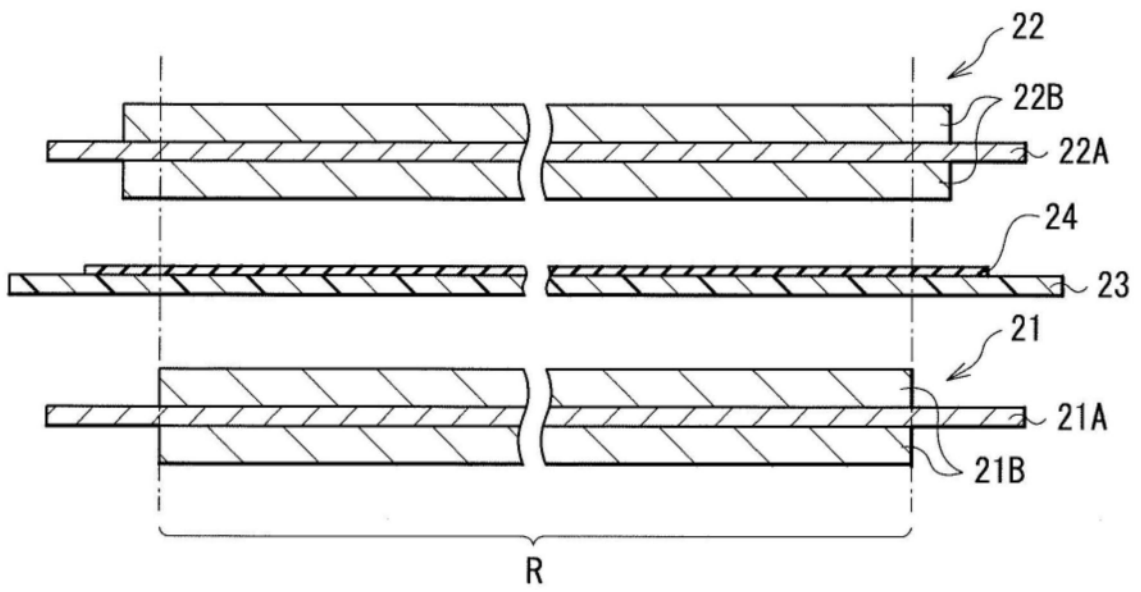


图6

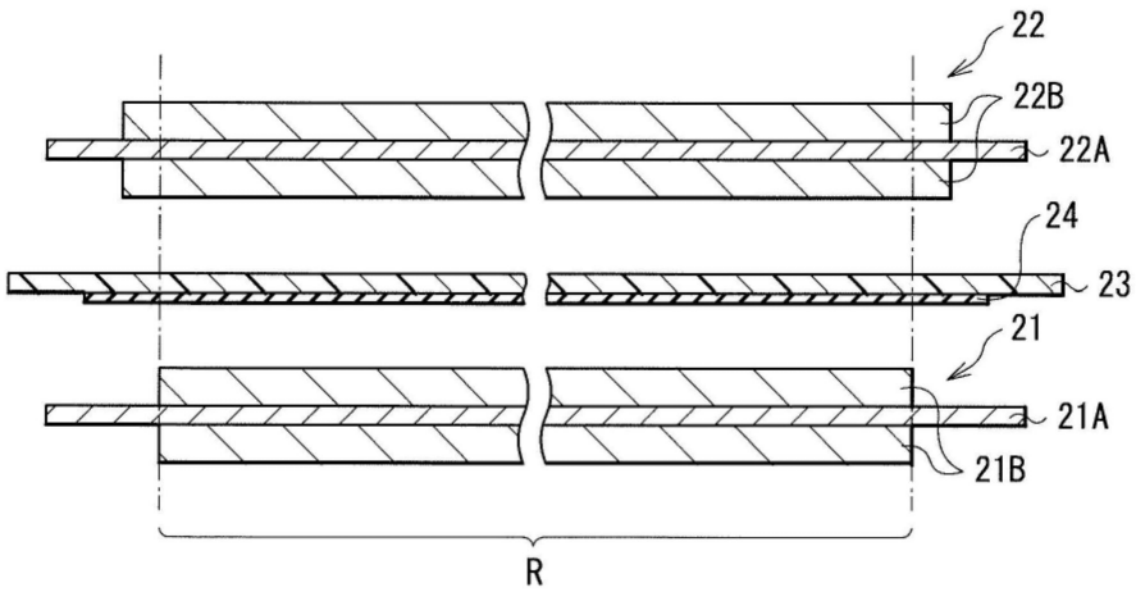


图7

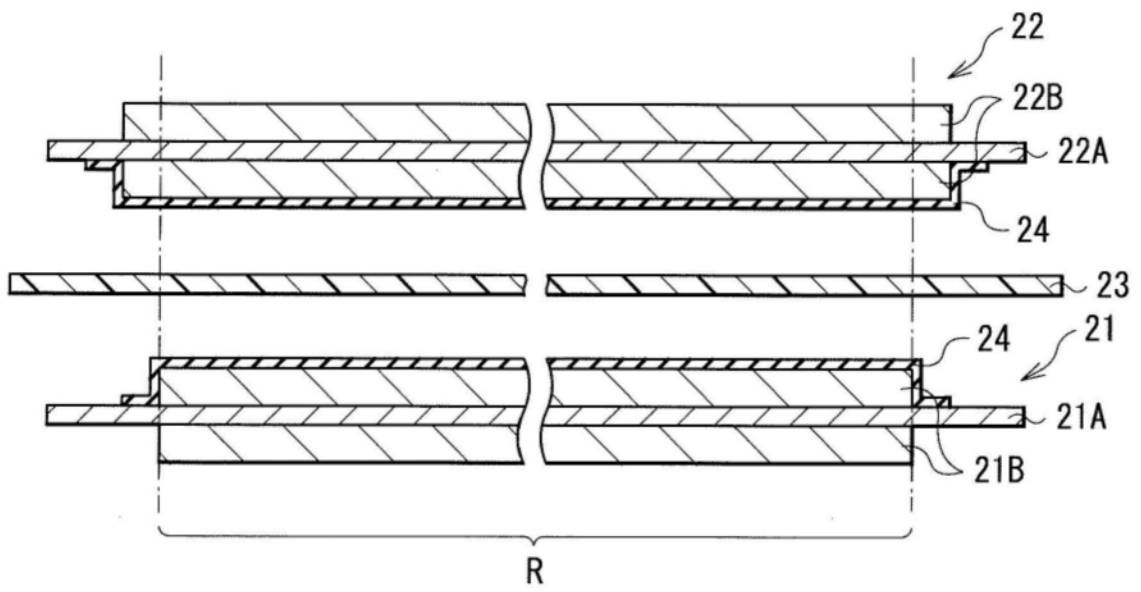


图8

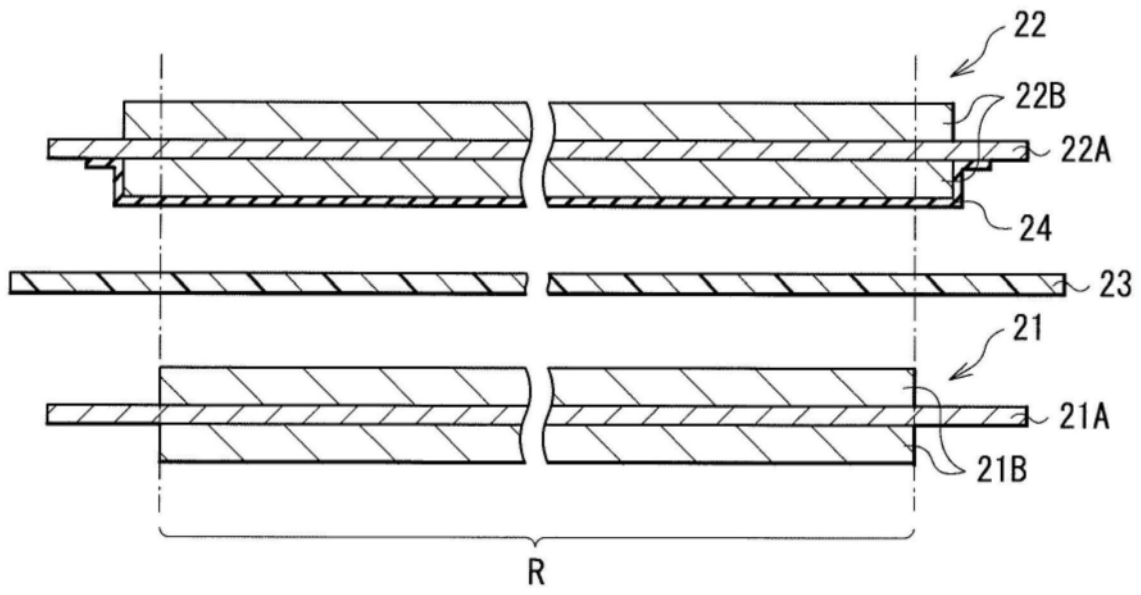


图9

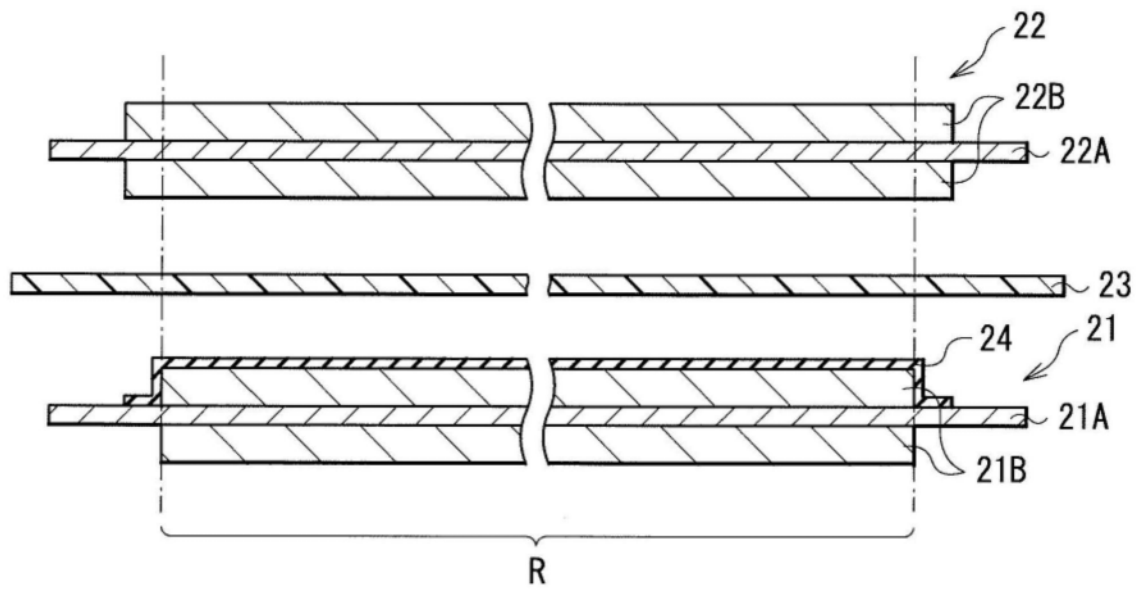


图10

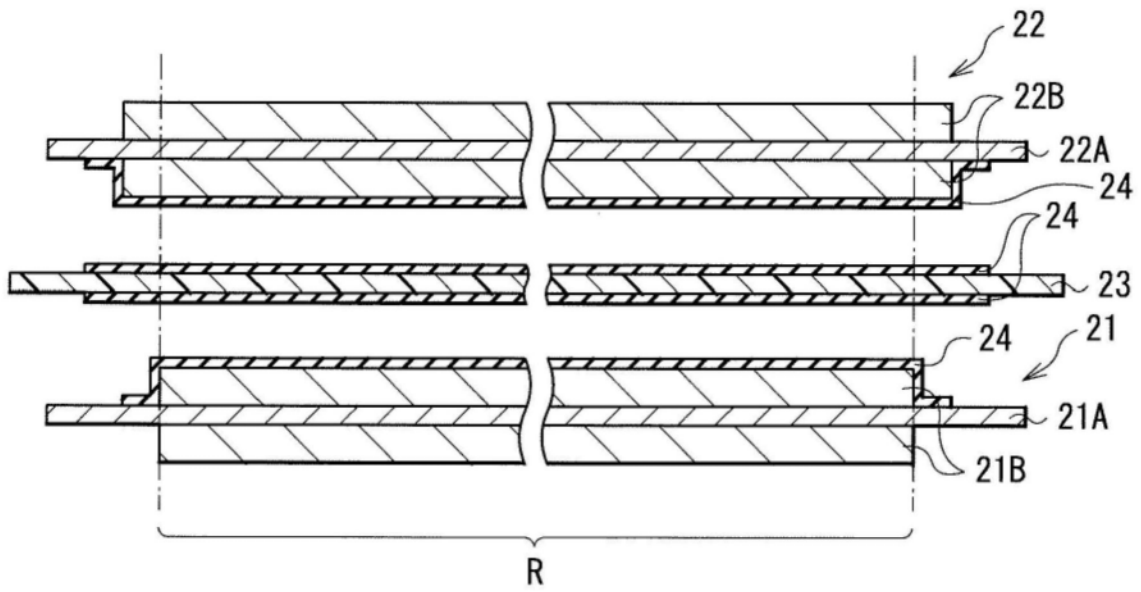


图11

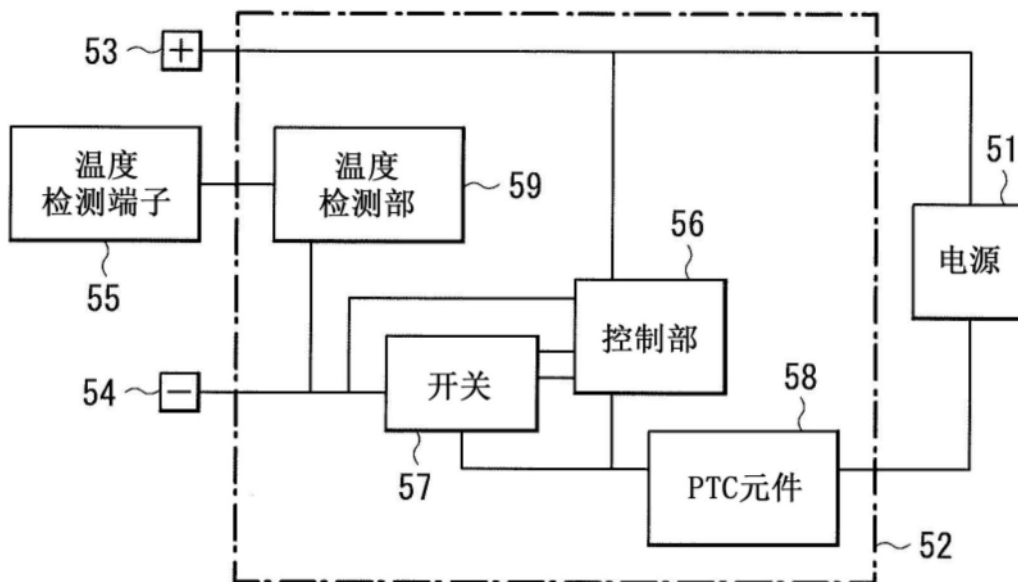


图12