



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102414902 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201080018006. 1

(22) 申请日 2010. 03. 23

(30) 优先权数据

2009-103515 2009. 04. 22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 10. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/054912 2010. 03. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/122867 JA 2010. 10. 28

(73) 专利权人 中央硝子株式会社

地址 日本山口市

(72) 发明人 辻冈章一 三井俊典 近藤夕季

藤原爱一郎

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 李茂家

(51) Int. Cl.

H01M 10/0568(2006. 01)

H01M 10/052(2006. 01)

H01M 10/0569(2006. 01)

(56) 对比文件

T. Nakajima 等. Syntheses and Structures of the Oxide Fluorides of the Main-Group and Transition Metal Elements. 《Advanced Inorganic Fluorides :Synthesis, Characterization and Applications》. 2000, 第 122 页第 25 行至第 34 行.

审查员 华亮

权利要求书3页 说明书12页

(54) 发明名称

电化学设备用电解质、使用其的电解液及非水电解液电池

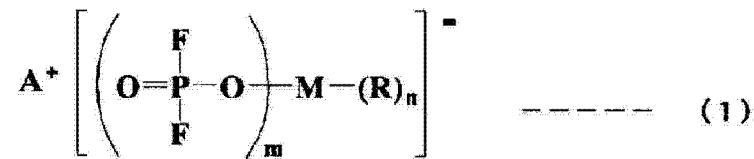
(57) 摘要

本发明的目的在于,发现具有作为电化学设备用电解质的性质的新型电解质,提供利用其的优异的非水电解液电池用电解液和非水电解液电池。提供由通式(1)所示的化学结构式构成的电化学设备用电解质。



素周期表的 13 族或 15 族元素; A⁺ 为碱金属离子或镧离子; 在 M 为 13 族时, m 为 1 ~ 4, 在 M 为 15 族时, m 为 1 ~ 6; 在 M 为 13 族时, n 为 0 ~ 3, 在 M 为 15 族时, n 为 0 ~ 5; R 可以是卤素、C1 ~ C10 的卤代烷基、C6 ~ C20 的芳基或 C6 ~ C20 的卤代芳基, 或者可以是代替这些结构中的氢而导入卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基的结构, 或代替这些结构中的碳而导入氮、硫或氧的结构, 所具有的 n 个 R 各自独立, 可以表示不同种类的基团或相同的基团。

1. 一种电化学设备用电解质,其由通式(1)所示的化学结构式构成,



其中,M为元素周期表的13族或15族元素;

A^+ 为碱金属离子或铷离子;

在M为13族时,m为1~4,在M为15族时,m为2~5;

在M为13族时,n为0~3,在M为15族时,n为0~5;

R表示不同种类的基团或相同的基团并且各自独立地是卤素、C1~C10的卤代烷基、C6~C20的芳基或C6~C20的卤代芳基;

R中的氢原子可以被卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基取代;以及

R中的碳原子可以被氮原子、硫原子或氧原子代替。

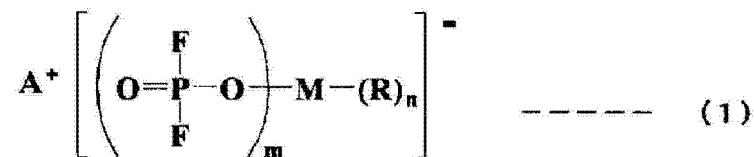
2. 根据权利要求1所述的电化学设备用电解质,其中,M为B或P中的任意一者。

3. 根据权利要求1所述的电化学设备用电解质,其中, A^+ 为选自由Li离子、Na离子、K离子或烷基季铵离子组成的组中的任意一种阳离子。

4. 根据权利要求1所述的电化学设备用电解质,其中,R为氟、苯基或五氟苯基官能团。

5. 根据权利要求1所述的电化学设备用电解质,其中,通式(1)的阴离子部分为选自由 $[BF_3(PO_2F_2)]^-$ 、 $[BF_2(PO_2F_2)_2]^-$ 、 $[BF(PO_2F_2)_3]^-$ 、 $[B(PO_2F_2)_4]^-$ 、 $[PF_5(PO_2F_2)]^-$ 、 $[PF_4(PO_2F_2)_2]^-$ 、 $[PF_3(PO_2F_2)_3]^-$ 、 $[PF_2(PO_2F_2)_4]^-$ 、 $[PF(PO_2F_2)_5]^-$ 、 $[P(PO_2F_2)_6]^-$ 、 $[B(C_6H_5)_3(PO_2F_2)]^-$ 、 $[B(C_6F_5)_3(PO_2F_2)]^-$ 组成的组中的任意一种阴离子。

6. 一种电化学设备用电解质,其由通式(1)所示的化学结构式构成,



其中,M为P;

A^+ 为 Li^+ ;

m为1~6;

n为0~5;

R表示不同种类的基团或相同的基团并且各自独立地是卤素、C1~C10的卤代烷基、C6~C20的芳基或C6~C20的卤代芳基;

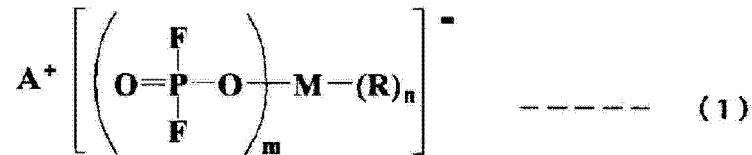
R中的氢原子可以被卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基取代;以及

R中的碳原子可以被氮原子、硫原子或氧原子代替。

7. 一种非水电解液电池用电解液,其特征在于,包含:

非水有机溶剂;以及

电解质,其由通式(1)所示的化学结构式构成,



其中, M 为元素周期表的 13 族或 15 族元素;

A^+ 为碱金属离子或铷离子;

在 M 为 13 族时, m 为 1 ~ 4, 在 M 为 15 族时, m 为 1 ~ 6;

在 M 为 13 族时, n 为 0 ~ 3, 在 M 为 15 族时, n 为 0 ~ 5;

R 表示不同种类的基团或相同的基团并且各自独立地是卤素、C1 ~ C10 的卤代烷基、C6 ~ C20 的芳基或 C6 ~ C20 的卤代芳基;

R 中的氢原子可以被卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基取代; 以及

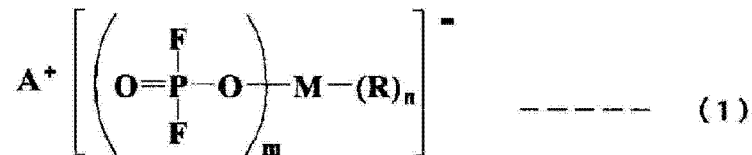
R 中的碳原子可以被氮原子、硫原子或氧原子代替。

8. 一种非水电解液电池用电解液, 包含:

非水有机溶剂;

溶质; 以及

添加剂, 所述添加剂含有由通式 (1) 所示的化学结构式构成的电解质,



其中, M 为元素周期表的 13 族或 15 族元素;

A^+ 为碱金属离子或铷离子;

在 M 为 13 族时, m 为 1 ~ 4, 在 M 为 15 族时, m 为 1 ~ 6;

在 M 为 13 族时, n 为 0 ~ 3, 在 M 为 15 族时, n 为 0 ~ 5;

R 表示不同种类的基团或相同的基团并且各自独立地是卤素、C1 ~ C10 的卤代烷基、C6 ~ C20 的芳基或 C6 ~ C20 的卤代芳基;

R 中的氢原子可以被卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基取代; 以及

R 中的碳原子可以被氮原子、硫原子或氧原子代替。

9. 根据权利要求 7 所述的非水电解液电池用电解液, 其中, 非水有机溶剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯或碳酸甲乙酯。

10. 根据权利要求 8 所述的非水电解液电池用电解液, 其中, 非水有机溶剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯或碳酸甲乙酯。

11. 根据权利要求 8 ~ 10 中的任意一项所述的非水电解液电池用电解液, 其中, 所述电解质的添加浓度相对于非水电解液电池用电解液在 0.01 ~ 10.0 质量% 的范围内。

12. 根据权利要求 8 ~ 10 中的任意一项所述的非水电解液电池用电解液, 其中, 溶质为 $LiPF_6$ 、 $LiBF_4$ 、 $(CF_3SO_2)_2NLi$ 或 $(C_2F_5SO_2)_2NLi$ 。

13. 一种非水电解液电池, 其中, 在至少具有正极、由锂或能够吸藏释放锂的负极材料制成的负极和电解液的非水电解液电池中, 电解液中含有权利要求 7 ~ 12 中的任意一项所

述的非水电解液电池用电解液。

电化学设备用电解质、使用其的电解液及非水电解液电池

技术领域

[0001] 本发明涉及被用于锂电池、锂离子电池、双电层电容器等电化学设备用途的电解质和使用其的非水电解液电池用电解液及非水电解液电池。

背景技术

[0002] 随着近年来便携仪器的发展,作为其电源,电池、电容器这类利用了电化学现象的电化学设备的开发正在蓬勃地进行。此外,作为电源以外的电化学设备,可以列举出颜色因电化学反应而发生变化的电致变色显示器(ECD)。

[0003] 这些电化学设备通常由一对电极和充满其间的离子导体构成。该离子导体使用的是在溶剂、高分子或它们的混合物中溶解被称为电解质的由阳离子(A⁺)和阴离子(B⁻)构成的盐类(AB)而成的物质。该电解质通过进行溶解而解离为阳离子和阴离子并进行离子传导。为了获得设备所需的离子传导度,该电解质以充分的量溶解于溶剂、高分子中是必要的。实际上大多使用水以外的物质作为溶剂,这样的在有机溶剂、高分子中具有充分的溶解度的电解质在现实中仅限于几种。例如,作为锂离子电池用电解质,仅仅为LiClO₄、LiPF₆、LiBF₄、LiAsF₆、LiN(CF₃SO₂)₂及LiCF₃SO₃。阳离子部分如锂电池的锂离子那样大多取决于设备,而阴离子部分若满足溶解性高这一条件即能够使用。

[0004] 在设备的应用范围日益多样化的过程中,不断寻找着对于各种用途而言最佳的电解质,但现实中由于阴离子的种类少而使优化已达到极限。此外,现有的电解质存在多种问题,迫切需要具有新型阴离子部的电解质。具体而言,由于ClO₄离子具有爆炸性、AsF₆离子具有毒性,因此基于安全上的理由而不能使用。LiN(CF₃SO₂)₂及LiCF₃SO₃由于在施加电势的状态下腐蚀电池内的铝集电体而难以使用。唯一已实用化的LiPF₆也具有耐热性、耐水解性等问题。

[0005] 截至目前,作为具有新型阴离子部的电解质,已经提出了几种化合物。例如,作为新型电解质,提出了双(联苯基二酚)硼酸锂(lithium bis(biphenyldiolato)borate)(专利文献1),但其对非水有机溶剂的溶解度、电池内的抗氧化性均不充分,这已经成为课题。此外,提出了双(水杨酸)硼酸锂(lithium bis(salicylato)borate)和在其配体上结合有作为取代基的吸电子性的Cl的新型电解质(非专利文献1),但双(水杨酸)硼酸锂的离子传导度、抗氧化性不充分,Cl取代而得的衍生物虽改善了离子传导度、抗氧化性,但相应地存在溶解度极端降低的课题。

[0006] 此外,在作为电化学设备的电池中,近年来面向信息相关机器、通信机器即个人电脑、摄像机、数码相机(digital still camera)、手机等小型、高能量密度用途的蓄电系统,面向电动车、混合动力车、燃料电池车辅助电源、储存电力等大型、动力用途的蓄电系统引起关注。作为其候选者之一的锂离子电池、锂电池、锂离子电容器等非水电解液电池的开发正在广泛进行。

[0007] 这些非水电解液电池,已经实用化者虽然众多但在耐久性方面并非已能满足各种用途,尤其是由于45℃以上时劣化严重,因而在汽车用途等在长期、高温场所中使用的用途

方面存在问题。

[0008] 通常,在这些非水电解液电池中,使用非水电解液或通过凝胶化剂而准固体(quasi-solid)化的非水电解液作为离子导体。其构成如下:作为溶剂,使用选自非质子性的碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯等中的1种或数种的混合溶剂,作为溶质,使用锂盐即LiPF₆、LiBF₄、(CF₃SO₂)₂NLi、(C₂F₅SO₂)₂NLi等。

[0009] 截至目前,作为用于改善非水电解液电池的循环特性、高温保存性等耐久性的手段,正在研究对以正极、负极的活性物质为首的各种电池构成要素的最优化。非水电解液相关技术也不例外,已经提出通过各种添加剂来抑制在活性的正极、负极的表面电解液分解所致的劣化。例如,已经提出通过在电解液中添加碳酸亚乙烯酯(专利文献2)以及添加环己基苯、四氢萘(专利文献3)来抑制劣化、提高电池特性的方案。然而,其在45℃以上的高温下抑制劣化的效果难说充分,并且还存在着电池内的电阻上升等问题,希望进一步提高电解液的特性。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1:日本特表2000-516930号公报

[0013] 专利文献2:日本特开2000-123867号公报

[0014] 专利文献3:日本专利3671936号公报

[0015] 非专利文献

[0016] 非专利文献1:J. Electrochem. Soc., 148(9), A999(2001)

发明内容

[0017] 发明要解决的问题

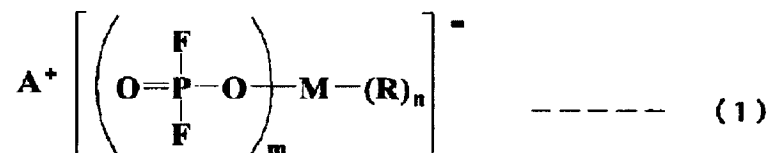
[0018] 如前所述,需要出现对于用于应对各种电化学设备而言具有充分特性的新型电解质,本发明课题在于,发现具有作为电化学设备用电解质的性质的新型电解质,提供利用其的优异的非水电解液电池用电解液和非水电解液电池。

[0019] 用于解决问题的方案

[0020] 本发明人等鉴于该问题进行了深入研究,结果发现一种具有新型化学结构的特征的电解质,并发现了利用其的优异的非水电解液电池用电解液和非水电解液电池,从而完成了本发明。

[0021] 即,本发明提供一种电化学设备用电解质,其特征在于,其为由通式(1)所示的化学结构式构成的电化学设备用电解质,

[0022]



[0023] 其中,M为元素周期表的13族或15族元素;A⁺为碱金属离子或铷离子;在M为13族时,m为1~4,在M为15族时,m为1~6;在M为13族时,n为0~3,在M为15族时,n为0~5;R可以是卤素、C1~C10的卤代烷基、C6~C20的芳基或C6~C20的卤代芳基,或者可以是代替这些结构中的氢而导入卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、

芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基的结构,或代替这些结构中的碳而导入氮、硫或氧的结构,所具有的 n 个 R 各自独立,可以表示不同种类的基团或相同的基团。

[0024] 进而,提供一种电化学设备用电解质,其特征在于,所述电化学设备用电解质中, M 为 B 或 P 中的任意一者; A^+ 为选自 Li 离子、 Na 离子、 K 离子或烷基季铵离子组成的组中的任意一种阳离子; R 为氟、苯基或五氟苯基官能团,此外,通式 (1) 的阴离子部分为选自 $[BF_3(PO_2F_2)]^-$ 、 $[BF_2(PO_2F_2)_2]^-$ 、 $[BF(PO_2F_2)_3]^-$ 、 $[B(PO_2F_2)_4]^-$ 、 $[PF_5(PO_2F_2)]^-$ 、 $[PF_4(PO_2F_2)_2]^-$ 、 $[PF_3(PO_2F_2)_3]^-$ 、 $[PF_2(PO_2F_2)_4]^-$ 、 $[PF(PO_2F_2)_5]^-$ 、 $[P(PO_2F_2)_6]^-$ 、 $[B(C_6H_5)_3(PO_2F_2)]^-$ 、 $[B(C_6F_5)_3(PO_2F_2)]^-$ 组成的组中的至少一种化合物。

[0025] 进而,提供一种非水电解液电池用电解液,其特征在于,在非水有机溶剂中含有前述电化学设备用电解质,或在含有非水有机溶剂和溶质的非水电解液中含有前述电化学设备用电解质作为添加剂。

[0026] 此外,提供一种非水电解液电池用电解液,其特征在于,该非水有机溶剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯或碳酸甲乙酯;或者,前述电化学设备用电解质的添加浓度相对于非水电解液电池用电解液在 $0.01 \sim 10.0$ 质量%的范围;或者,该溶质为 $LiPF_6$ 、 $LiBF_4$ 、 $(CF_3SO_2)_2NLi$ 或 $(C_2F_5SO_2)_2NLi$ 。

[0027] 进而,提供一种非水电解液电池,其特征在于,在至少具有正极、由锂或能够吸藏释放锂的负极材料制成的负极和电解液的非水电解液电池中,电解液中含有前述非水电解液电池用电解液。

[0028] 发明的效果

[0029] 根据本发明,能够提供应对电化学设备的新型电解质。

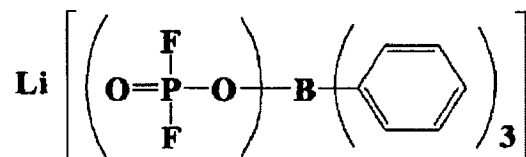
具体实施方式

[0030] 以下对本发明进行更详细的说明。

[0031] 在此,下面示意出本发明的通式 (1) 所示的化合物的具体例子。可以列举出 $LiBF_3(PO_2F_2)$ 、 $LiBF_2(PO_2F_2)_2$ 、 $LiBF(PO_2F_2)_3$ 、 $LiB(PO_2F_2)_4$ 、 $LiB(CF_3)_3(PO_2F_2)$ 、 $LiB(C_2F_5)_3(PO_2F_2)$ 、 $LiB(C_6H_5)_3(PO_2F_2)$ 、 $LiB(C_6F_5)_3(PO_2F_2)$ 、 $LiPF_5(PO_2F_2)$ 、 $LiPF_4(PO_2F_2)_2$ 、 $LiPF_3(PO_2F_2)_3$ 、 $LiPF_2(PO_2F_2)_4$ 、 $LiPF(PO_2F_2)_5$ 、 $LiP(PO_2F_2)_6$ 、 $LiP(CF_3)_3F_2(PO_2F_2)$ 等。

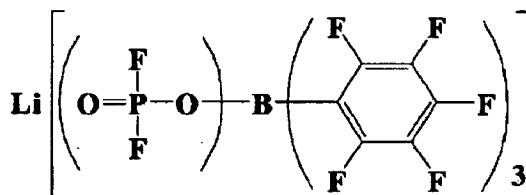
[0032] 例如, $LiB(C_6H_5)_3(PO_2F_2)$ 的化学结构式用下式表示,

[0033]



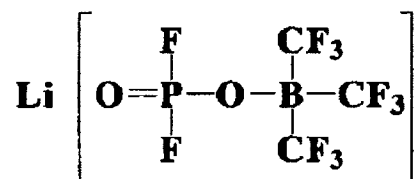
[0034] $LiB(C_6F_5)_3(PO_2F_2)$ 的化学结构式用下式表示,

[0035]



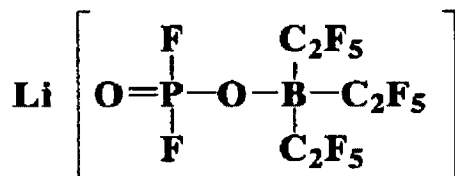
[0036] $\text{LiB}(\text{CF}_3)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的化学结构式用下式表示,

[0037]



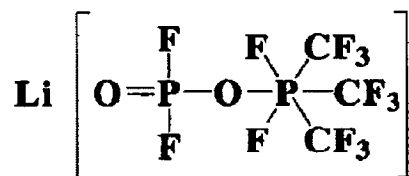
[0038] $\text{LiB}(\text{C}_2\text{F}_5)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的化学结构式用下式表示,

[0039]



[0040] $\text{LiP}(\text{CF}_3)_3\text{F}_2(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的化学结构式用下式表示。

[0041]



[0042] 这里,作为 A^+ 列举的是锂离子,作为锂离子以外的阳离子,还可以利用例如钠离子、钾离子、铯离子、银离子、铜离子、四丁基铵离子、四乙基铵离子、四甲基铵离子、三乙基甲基铵离子、三乙基铵离子、吡啶鎓离子、咪唑鎓离子、氢离子、四乙基磷离子、四甲基磷离子、四苯基磷离子、三苯基铊离子、三乙基铊离子等。

[0043] 从在电化学设备中发挥有助于离子传导作用的观点出发,优选锂离子、钠离子、钾离子、烷基季铵离子。

[0044] 本发明的电化学设备用电解质采取离子性金属络合物结构,作为其中心的 M 选自元素周期表的 13 族或 15 族元素。优选为 Al、B、V、Ti、Si、Zr、Ge、Sn、Cu、Y、Zn、Ga、Nb、Ta、Bi、P、As、Sc、Hf 或 Sb 中的任意一个,进一步优选为 B 或 P。虽能够利用多种元素作为中心 M,但在其为 Al、B、V、Ti、Si、Zr、Ge、Sn、Cu、Y、Zn、Ga、Nb、Ta、Bi、P、As、Sc、Hf 或 Sb 的情况下比较容易合成,进而,在其为 B 或 P 的情况下,除合成容易外,在低毒性、稳定性、成本所有方面均具有优异的特性。

[0045] 接着,对作为本发明的电化学设备用电解质(离子性金属络合物)的特征的配体部分进行说明。以下,这里将与 M 结合的有机或无机的部分称为配体。

[0046] 通式(1)中的 R 可以列举出:选自卤素、C1~C10 的卤代烷基、C6~C20 的芳基、C6~C20 的卤代芳基的基团,或者代替这些结构中的氢而导入卤素、链状或环状的烷基、芳基、烯基、烷氧基、芳氧基、磺酰基、氨基、氰基、羰基、酰基、酰胺基或羟基的结构,或代替这些结构中的碳而导入氮、硫或氧的结构。进而,所具有的 n 个 R 可以各自独立地为不同种类的基团或相同的基团。

[0047] 此外,R 中使用的卤素特别优选为氟,由于其强吸电子性所带来的电解质解离度的提高效果和减小尺寸所带来的迁移率提高效果,离子传导度变得非常高。

[0048] 作为另一种配体,通式(1)中记载的 PO_2F_2 是显示本发明的最大特征的吸电子性

配体。该配体比较紧凑,同时通过结合到磷上的氟和氧的效果而使吸电子性变强,由于该效果,而引起电解质解离度提高和减小尺寸所带来的迁移率提高,离子传导度变高。并且耐电压性也好,使用了该电解质的电池的寿命也变长。

[0049] 此外,之前说明的与配体数目有关的常数 m 及 n 取决于中心 M 的种类,优选的是,在 M 为 13 族时, m 为 1 ~ 4,在 M 为 15 族时, m 为 1 ~ 6;在 M 为 13 族时, n 为 0 ~ 3,在 M 为 15 族时, n 为 0 ~ 5。

[0050] 此外,本发明的电化学设备用电解质的合成法没有特别限定,例如,在 $\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的情况下,可以通过在非水溶剂中使 BF_3 与等摩尔的 LiPO_2F_2 反应的方法、使 LiBF_4 与等摩尔的 LiPO_2F_2 反应并除去 LiF 的方法而合成。

[0051] 在 $\text{LiPF}_2(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ 的情况下,可以通过在非水溶剂中使 BF_3 与 2 倍摩尔的 LiPO_2F_2 反应的方法、使 LiBF_4 与 2 倍摩尔的 LiPO_2F_2 反应并除去 LiF 的方法而合成。

[0052] 在 $\text{LiPF}_5(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的情况下,可以通过在非水溶剂中使 PF_5 与等摩尔的 LiPO_2F_2 反应的方法而合成。

[0053] 使用本发明的电化学设备用电解质构成电化学设备的情况下,由作为其基本构成要素的离子导体、负极、正极、集电体、隔膜及容器等构成。

[0054] 作为离子导体,使用电解质与非水系溶剂或聚合物的混合物。若使用非水系溶剂,则通常该离子导体被称为非水电解液,若使用聚合物,则称为聚合物固体电解质。在聚合物固体电解质中还包括含有非水系溶剂作为增塑剂的类型。

[0055] 此外,将在离子导体中使用非水系溶剂、在负极中使用锂或能够吸藏释放锂的负极材料的电化学设备称为非水电解液电池。

[0056] 作为非水溶剂,只要是能够溶解本发明的电化学设备用电解质的非质子性的溶剂则没有特别限定,可以使用例如碳酸酯类、酯类、醚类、内酯类、腈类、酰胺类、砜类等。此外,不仅可以为单一溶剂,也可以为二种以上的混合溶剂。作为具体例子,可以列举出碳酸亚丙酯、碳酸亚乙酯、碳酸亚丁酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯、醋酸甲酯、丙酸甲酯、二甲氧基乙烷、乙醚、乙腈、丙腈、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、二噁烷、硝基甲烷、 N,N -二甲基甲酰胺、二甲基亚砜、环丁砜、及 γ -丁内酯、 γ -戊内酯等。此外,还可以列举出离子液体等。这些中,从其对氧化还原的电化学稳定性和对热、对与溶质的反应相关的化学稳定性的观点出发,特别优选碳酸亚丙酯、碳酸亚乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯。

[0057] 作为电解质中混合的聚合物,只要是能够溶解该化合物的非质子性的聚合物则没有特别限定。可以列举出例如主链或侧链中具有聚环氧乙烷 (polyethylene oxide) 的聚合物、聚偏氟乙烯的均聚物或共聚物、甲基丙烯酸酯聚合物、聚丙烯腈等。这些聚合物中加入了增塑剂的情况下,可以使用上述非质子性非水溶剂。本发明的电化学设备用电解质在这些离子导体中的浓度没有特别限制,下限为 0.5mol/L 以上,优选为 0.7mol/L 以上,进一步优选为 0.9mol/L 以上,此外,上限为 2.5mol/L 以下,优选为 2.0mol/L 以下,进一步优选在 1.5mol/L 以下的范围。低于 0.5mol/L 则离子传导度降低,从而非水电解液电池的循环特性、输出特性下降,另一方面,超过 2.5mol/L 则非水电解液电池用电解液的粘度上升,从而仍会使离子传导降低,有使非水电解液电池的循环特性、输出特性下降之虞。

[0058] 在将本发明的电化学设备用电解质作为添加剂用于非水电解液电池用电解液的情况下,非水电解液电池用电解液的溶质的种类没有特别限定,可以使用任意的锂盐。作

为具体例子,可以列举出 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)(\text{SO}_2\text{C}_4\text{F}_9)$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{LiPF}_3(\text{C}_3\text{F}_7)_3$ 、 $\text{LiB}(\text{CF}_3)_4$ 、 $\text{LiBF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)$ 等所代表的电解质锂盐。这些溶质可以单独使用一种,也可以根据用途以任意的组合、比率混合两种以上而使用。其中,当基于作为电池的能量密度、输出特性、寿命等考虑时,优选 LiPF_6 、 LiBF_4 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 、 $(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 。

[0059] 这些溶质的浓度没有特别限制,下限为 0.5mol/L 以上,优选为 0.7mol/L 以上,进一步优选为 0.9mol/L 以上,此外,上限为 2.5mol/L 以下,优选为 2.0mol/L 以下,进一步优选在 1.5mol/L 以下的范围。低于 0.5mol/L 则离子传导度下降,从而非水电解液电池的循环特性、输出特性下降,另一方面,超过 2.5mol/L 则非水电解液电池用电解液的粘度上升,从而仍会使离子传导降低,有使非水电解液电池的循环特性、输出特性降低之虞。

[0060] 就将本发明的电化学设备用电解质用于非水电解液电池用电解液时的添加浓度而言,相对于非水电解液电池用电解液为 0.01 质量%以上,优选为 0.03 质量%以上,进一步优选为 0.05 质量%以上,此外,为 10.0 质量%以下,优选为 5.0 质量%以下,进一步优选在 2.0 质量%以下的范围。低于 0.01 质量%则无法充分获得提高非水电解液电池的循环特性、高温保存性等耐久性并抑制内部电阻上升的效果,另一方面,超过 10.0 质量%则由于电解液的粘度过度上升而妨碍离子(锂离子电池的情况下则为锂离子)在非水电解液电池内的移动,从而有引起电池性能降低之虞。

[0061] 进而,在不损害本发明宗旨的范围内,本发明的非水电解液电池用电解液中可以以任意比率添加通常使用的添加剂。作为具体例子,可以列举出环己基苯、联苯、叔丁基苯、碳酸亚乙烯酯、乙烯基碳酸亚乙酯、二氟茴香醚、氟代碳酸亚乙酯、丙磺酸内酯、二甲基碳酸亚乙烯酯等具有防止过充电效果、负极皮膜形成效果、正极保护效果的化合物。此外,还可以如用于被称为锂聚合物电池的非水电解液电池时那样,将非水电解液电池用电解液通过凝胶化剂、交联聚合物准固体化后使用。

[0062] 负极材料没有特别限定,可以使用能够吸藏释放锂的锂金属、锂与其它金属的合金及金属间化合物、各种炭材料、人造石墨、天然石墨、金属氧化物、金属氮化物、活性炭、导电性聚合物等。

[0063] 正极材料没有特别限定,在锂电池和锂离子电池的情况下,可以使用例如 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 等含锂过渡金属复合氧化物,这些含锂过渡金属复合氧化物中的 Co、Mn、Ni 等过渡金属多种混合而成的物质,这些含锂过渡金属复合氧化物的部分过渡金属被过渡金属以外的其它的金属替代而成的物质,被称为橄榄石(olivine)的 LiFePO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 等过渡金属的磷酸化合物, TiO_2 、 V_2O_5 、 MoO_3 等氧化物, TiS_2 、 FeS 等硫化物,或者聚乙炔、聚对苯撑、聚苯胺、及聚吡咯等导电性高分子,活性炭,产生自由基的聚合物,炭材料等。

[0064] 正极、负极材料中,可以加入乙炔黑、科琴黑、碳纤维或石墨作为导电材料,加入聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯或 SBR 树脂等作为粘接剂,进而可以使用成型为片状的电极片。

[0065] 作为为防止正极和负极接触的隔膜,可以使用由聚丙烯、聚乙烯、纸或玻璃纤维等制成的无纺布、多孔质片。

[0066] 由以上各要素组装硬币状、圆筒状、矩形或铝层压片型等形状的电化学设备。

[0067] 以下通过实施例具体地说明本发明,但本发明不受这些实施例限定。

[0068] 实施例 1

[0069] 在露点 -50°C 的手套箱中, 将 2.4g 三氟化硼乙醚络合物 ($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} \cdot \text{BF}_3$) 溶解于 7.5g 的碳酸二甲酯中。接着, 在该溶液中添加 1.9g 二氟磷酸锂 (LiPO_2F_2), 在 25°C 下搅拌 2 小时。然后, 在 35°C 、2600Pa 的减压条件下除去作为副产物的乙醚, 获得 5.4g 含有 55.5wt% 的 $\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 的碳酸二甲酯溶液。

[0070] 通过 NMR 谱确认获得的产物是 $\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 。

[0071] NMR 谱如下所示。

[0072] ^{19}F -NMR (标准物: 三氯氟甲烷, 溶剂 CD_3CN)

[0073] -83.1ppm (1F, d, $J = 961.3\text{Hz}$)

[0074] -85.6ppm (1F, d, $J = 961.3\text{Hz}$)

[0075] -146.7ppm (3F, s)

[0076] ^{11}B -NMR (标准物: $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$, 溶剂 CD_3CN)

[0077] -19.9ppm (s)

[0078] 实施例 2

[0079] 使用实施例 1 中获得的 $\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 作为电解质, 制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时, 作为溶剂使用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (EC : EMC = 1 : 2)。

[0080] 使用该电解液, 以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料制作电池, 实际实施电池充放电试验。试验用电池如下制作。

[0081] 在 90 质量份 LiCoO_2 粉末中混合作为粘接剂的 5 质量份的聚偏氟乙烯 (PVDF)、5 质量份的作为导电材料的乙炔黑, 进而添加 N-甲基吡咯烷酮, 制成糊状。将该糊涂布到铝箔上, 干燥, 从而制成试验用正极体。此外, 在 90 质量份石墨粉末中混合作为粘接剂的 10 质量份的聚偏氟乙烯 (PVDF), 进而添加 N-甲基吡咯烷酮, 制成浆料状。将该浆料涂布到铜箔上, 在 150°C 下干燥 12 小时, 从而制成试验用负极体。然后, 在聚乙烯制隔膜中浸入电解液, 组装硬币型电池。

[0082] 使用通过以上方法制作的电池, 在 25°C 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 $0.35\text{mA}/\text{cm}^2$ 下进行, 充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时, 放电进行至 3.0V, 重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 350mAh/g。并且, 以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 86%。

[0083] 实施例 3

[0084] 使用 $\text{LiBF}_2(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ 作为电解质, 制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时, 作为溶剂使用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (EC : EMC = 1 : 2)。

[0085] 使用该电解液, 与实施例 2 同样地以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料, 制作电池, 实际实施电池充放电试验。

[0086] 使用制作的电池, 在 25°C 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 $0.35\text{mA}/\text{cm}^2$ 下进行, 充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时, 放电进行至 3.0V, 重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 362mAh/g。并且, 以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 88%。

[0087] 实施例 4

[0088] 使用 $\text{LiPF}_5(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 作为电解质, 制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时, 作为溶剂使

用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (EC : EMC = 1 : 2)。

[0089] 使用该电解液,与实施例 2 同样地以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料,制作电池,实际实施电池充放电试验。

[0090] 使用制作的电池,在 25°C 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 $0.35\text{mA}/\text{cm}^2$ 下进行,充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时,放电进行至 3.0V ,重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 $361\text{mAh}/\text{g}$ 。并且,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 92% 。

[0091] 实施例 5

[0092] 以在碳酸亚乙酯和碳酸甲乙酯的体积比为 1 : 2 的混合溶剂中使作为溶质的 LiPF_6 达到 $1.2\text{mol}/\text{L}$ 、使作为通式 (1) 的化合物的 $\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ 达到 3.0 质量%的方式,制备非水电解液电池用电解液。

[0093] 使用该电解液,以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料,制作电池,实际实施电池充放电试验。试验用电池如下制作。

[0094] 在 90 质量份 LiCoO_2 粉末中混合作为粘接剂的 5 质量份的聚偏氟乙烯 (PVDF)、5 质量份的作为导电材料的乙炔黑,进而添加 N-甲基吡咯烷酮,制成糊状。将该糊涂布到铝箔上,干燥,从而制成试验用正极体。此外,在 90 质量份石墨粉末中混合作为粘接剂的 10 质量份的聚偏氟乙烯 (PVDF),进而添加 N-甲基吡咯烷酮,制成浆料状。将该浆料涂布到铜箔上,在 150°C 下干燥 12 小时,从而制成试验用负极体。然后,在聚乙烯制隔膜中浸入电解液,组装铝层压片外壳的 50mAh 电池。

[0095] 使用通过以上方法制作的电池,在 60°C 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 $0.35\text{mA}/\text{cm}^2$ 下进行,充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时,放电进行至 3.0V ,重复充放电循环。然后,以 500 次循环后的放电容量维持率和 500 次循环后的室温下的电池电阻值评价电池的劣化情况。容量维持率以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率来表示。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 91% ,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 7Ω 。

[0096] 实施例 6

[0097] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiBF}(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$,使其添加浓度为 0.01 质量%,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 73% ,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 12Ω 。

[0098] 实施例 7

[0099] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiPF}_5(\text{PO}_2\text{F}_2)$,使其添加浓度为 10.0 质量%,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 94% ,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 15Ω 。

[0100] 实施例 8

[0101] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiBF}_2(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$,使其添加浓度为 1.0 质量%,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相

对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 92%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 8 Ω。

[0102] 实施例 9

[0103] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiB}(\text{PO}_2\text{F}_2)_4$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 88%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 12 Ω。

[0104] 实施例 10

[0105] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiPF}_4(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 90%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 9 Ω。

[0106] 实施例 11

[0107] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiPF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 93%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 10 Ω。

[0108] 实施例 12

[0109] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiPF}(\text{PO}_2\text{F}_2)_5$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 85%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 7 Ω。

[0110] 实施例 13

[0111] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{F}_5)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 94%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 6 Ω。

[0112] 实施例 14

[0113] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 84%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 18 Ω。

[0114] 实施例 15

[0115] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{LiB}(\text{CF}_3)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ ，使其添加浓度为 2.0 质量%，除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示，以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 87%，500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 8 Ω。

[0116] 实施例 16

[0117] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{KBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$ ，使溶质为 LiBF_4 ，使溶

剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二甲酯和碳酸二乙酯的体积比为 1 : 1 : 1 : 1 的混合溶剂,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 82%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 17 Ω 。

[0118] 实施例 17

[0119] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $\text{NaBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$,使溶剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二甲酯和碳酸二乙酯的体积比为 1 : 1 : 1 : 1 的混合溶剂,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 85%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 12 Ω 。

[0120] 实施例 18

[0121] 使前述实施例 5 中使用的通式 (1) 的化合物为 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)$,使溶剂为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二甲酯和碳酸二乙酯的体积比为 1 : 1 : 1 : 1 的混合溶剂,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 90%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 10 Ω 。

[0122] [比较例 1]

[0123] 使用 LiPF_6 作为电解质,制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时,作为溶剂,使用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (体积比 EC : EMC = 1 : 2)。

[0124] 使用该电解液,与实施例 2 同样地以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料,制作电池,实际实施电池充放电试验。

[0125] 使用制作的电池,在 25 $^\circ\text{C}$ 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 0.35mA/cm² 下进行,充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时,放电进行至 3.0V,重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 340mAh/g。并且,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 71%。

[0126] [比较例 2]

[0127] 使用 LiBF_4 作为电解质,制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时,作为溶剂,使用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (体积比 EC : EMC = 1 : 2)。

[0128] 使用该电解液,与实施例 2 同样地以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料,制作电池,实际实施电池充放电试验。

[0129] 使用制作的电池,在 25 $^\circ\text{C}$ 的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 0.35mA/cm² 下进行,充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时,放电进行至 3.0V,重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 310mAh/g。并且,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 50%。

[0130] [比较例 3]

[0131] 使用 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 作为电解质,制备浓度 1.0mol/L 的电解液。此时,作为溶剂,使用碳酸亚乙酯 (EC) 和碳酸甲乙酯 (EMC) 的混合溶剂 (体积比 EC : EMC = 1 : 2)。

[0132] 使用该电解液,与实施例 2 同样地以 LiCoO_2 为正极材料、以石墨为负极材料,制作电池,实际实施电池充放电试验。

[0133] 使用制作的电池,在 25℃的环境温度下实施充放电试验。充电、放电均在电流密度 0.35mA/cm² 下进行,充电在达到 4.2V 后维持 4.2V 1 小时,放电进行至 3.0V,重复充放电循环。首次的放电容量以负极质量基准计为 280mAh/g。并且,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的 500 次循环后的放电容量维持率为 23%。

[0134] [比较例 4]

[0135] 在前述实施例 5 中不使用通式 (1) 的化合物,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 41%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 36 Ω。

[0136] [比较例 5]

[0137] 在前述实施例 16 中不使用通式 (1) 的化合物,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 30%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 52 Ω。

[0138] [比较例 6]

[0139] 在前述实施例 17 中不使用通式 (1) 的化合物,除此以外同样地实施充放电试验。结果如表 1 所示,以 500 次循环后的放电容量相对于初期放电容量的百分率表示的循环后容量维持率为 38%,500 次循环后的室温下的电池电阻值即循环后电阻值为 40 Ω。

[0140] 上述实施例 5 ~ 18 及比较例 4 ~ 6 的结果如表 1 所示。

[0141] [表 1]

[0142]

	溶质	溶剂 (体积比)	通式(1)的化合物 浓度(质量%)	循环后容量维持 率(%)	循环后电阻 (Ω)
实施例5	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$	91	7
实施例6	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiBF}(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$ 0.01	73	12
实施例7	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiPF}_5(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ 10	94	15
实施例8	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiBF}_2(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ 1	92	8
实施例9	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiB}(\text{PO}_2\text{F}_2)_4$ 2	88	12
实施例10	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiPF}_4(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$ 2	90	9
实施例11	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiPF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$ 2	93	10
实施例12	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiPF}(\text{PO}_2\text{F}_2)_5$ 2	85	7
实施例13	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiB}(\text{C}_6\text{F}_5)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$	94	6
实施例14	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$	84	18
实施例15	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	$\text{LiB}(\text{CF}_3)_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_2$	87	8
实施例16	LiBF_4	EC+PC+DMC+DEC (1:1:1:1vol)	$\text{KBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$	82	17
实施例17	LiPF_6	EC+PC+DMC+DEC (1:1:1:1vol)	$\text{NaBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$	85	12
实施例18	LiPF_6	EC+PC+DMC+DEC (1:1:1:1vol)	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NBF}_3(\text{PO}_2\text{F}_2)_3$	90	10
比较例4	LiPF_6	EC+EMC (1:2vol)	— 0	41	36
比较例5	LiBF_4	EC+PC+DMC+DEC (1:1:1:1vol)	— 0	30	52
比较例6	LiPF_6	EC+PC+DMC+DEC (1:1:1:1vol)	— 0	38	40

[0143] 产业上的可利用性

[0144] 本发明的电化学设备用电解质,如上所述用作锂电池、锂离子电池或双电层电容器这类电化学设备的电解质,特别是在非水电解液电池用电解液中是有用的,作为其他用途,可以列举出有机合成反应的催化剂、聚合物的聚合催化剂、烯烃聚合的助催化剂等。