



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581399 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202380012652.4

(22) 申请日 2023.08.31

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.12.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2023/116156 2023.08.31

(71) 申请人 宁德新能源科技有限公司
地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇
新港路1号

(72) 发明人 黄永强 刘凯 李佳原

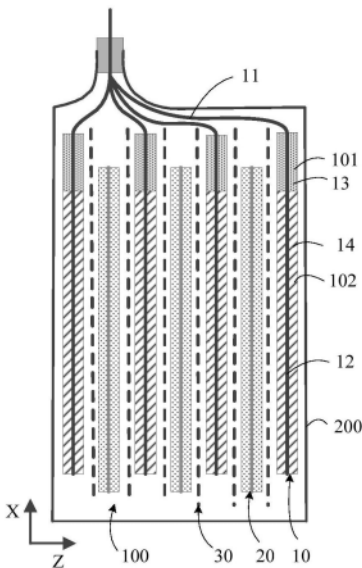
(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413
专利代理师 高敏 王宇

(51) Int. Cl.
H01M 4/62 (2006.01)

权利要求书2页 说明书23页 附图4页

(54) 发明名称
一种二次电池和用电装置

(57) 摘要
一种二次电池和用电装置,二次电池包括电
极组件,电极组件包括正极极片、负极极片和隔
膜,隔膜设置于正极极片和负极极片之间;正极
极片包括正极极耳、正极集流体、第一分子筛涂
层和正极活性材料层,沿第一方向,正极极片包
括依次连接的第二区域和第一区域,正极极耳与
第一区域中正极集流体一体设置,第一区域中正
极集流体的至少一个表面上设置有第一分子筛涂
层,第二区域中正极集流体的至少一个表面上
设置有正极活性材料层,第一方向为正极极耳未
折叠状态下的延伸方向;第一分子筛涂层包括分
子筛和第一粘结剂,基于第一分子筛涂层的质量,
分子筛的质量百分含量为10%至90%,第一
粘结剂的质量百分含量为10%至90%。二次电池
具有良好的循环性能和跌落安全性能。



1. 一种二次电池,包括电极组件,所述电极组件包括正积极片、负积极片和隔膜,所述隔膜设置于所述正积极片和所述负积极片之间;

所述正积极片包括正积极耳、正极集流体、第一分子筛涂层和正极活性材料层,沿第一方向,所述正积极片包括依次连接的第二区域和第一区域,所述正积极耳与所述第一区域中所述正极集流体一体设置,所述第一区域中所述正极集流体的至少一个表面上设置有第一分子筛涂层,所述第二区域中所述正极集流体的至少一个表面上设置有正极活性材料层,所述第一方向为正积极耳未折叠状态下的延伸方向;

所述第一分子筛涂层包括分子筛和第一粘结剂,基于所述第一分子筛涂层的质量,所述分子筛的质量百分含量为10%至90%,所述第一粘结剂的质量百分含量为10%至90%。

2. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,基于所述第一分子筛涂层的质量,所述分子筛的质量百分含量为20%至80%,所述第一粘结剂的质量百分含量为20%至80%。

3. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,基于所述第一分子筛涂层的质量,所述分子筛的质量百分含量为30%至70%,所述第一粘结剂的质量百分含量为30%至70%。

4. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,沿所述第一方向,所述第一分子筛涂层的宽度为0.5mm至10mm;沿垂直于所述第一方向的方向,所述第一分子筛涂层的长度大于或等于所述正极活性材料层的长度且小于或等于所述正积极片的长度。

5. 根据权利要求4所述的二次电池,其中,沿所述第一方向,所述第一分子筛涂层的宽度为1mm至3mm。

6. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述第一分子筛涂层的厚度小于所述正极活性材料层的厚度,所述第一分子筛涂层的厚度为0.5 μ m至40 μ m。

7. 根据权利要求6所述的二次电池,其中,所述第一分子筛涂层的厚度为5 μ m至20 μ m。

8. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述隔膜与所述第一区域相对的表面上设置有第二分子筛涂层;

所述第二分子筛涂层包括所述分子筛,基于所述第二分子筛涂层的质量,所述分子筛的质量百分含量为20%至80%。

9. 根据权利要求8所述的二次电池,其中,所述第二分子筛涂层的厚度为0.5 μ m至10 μ m。

10. 根据权利要求8所述的二次电池,其中,所述第一分子筛涂层和所述第二分子筛涂层的孔隙率各自独立地为30%至60%。

11. 根据权利要求8所述的二次电池,其中,所述分子筛的比表面积为200m²/g至2000m²/g,所述分子筛的孔径为0.3nm至45nm。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的二次电池,其中,所述分子筛包括3A分子筛、4A分子筛、5A分子筛、13X分子筛、ZSM-22分子筛、ZSM-5分子筛、MOR分子筛、ITQ分子筛、Y分子筛、SAPO类分子筛或ALPO类分子筛中的至少一种;

所述第一粘结剂包括聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯醇、聚丙烯酸钠、聚氨酯、羧甲基纤维素钠、聚乙烯吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯、聚六氟丙烯、氟化橡胶或丁苯橡胶中的至少一种。

13. 根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述正积极片还包括导电层,所述导电层设置于所述第一分子筛涂层背离所述正极集流体的表面上;

所述导电层包括导电剂,基于所述导电层的质量,所述导电剂的质量百分含量为5%至

70%。

14. 根据权利要求13所述的二次电池, 其中, 所述第一分子筛涂层的厚度与所述导电层的厚度之和小于或等于所述正极活性材料层的厚度;

所述导电层的厚度为0.5 μm 至30 μm 。

15. 根据权利要求13所述的二次电池, 其中, 所述导电剂包括乙炔黑、科琴黑、导电石墨、石墨烯、碳纳米管中的至少一种。

16. 一种用电装置, 其中, 所述用电装置包括权利要求1至15中任一项所述的二次电池。

一种二次电池和用电装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电化学技术领域,特别是涉及一种二次电池和用电装置。

背景技术

[0002] 随着社会的发展,智能手机、笔记本在我们的生活中扮演重要角色,可穿戴设备、智能家居、电动汽车、电动自行车的市场规模也在逐渐增大。以锂离子电池、钠离子电池为代表的二次电池由于其具有高的能量密度、环保等特点被广泛应用到上述领域,因此二次电池的市场需求也在迅猛增长。

[0003] 现有的二次电池中,电解液易于堆积在电极组件头部(电极组件中极耳伸出的一侧),导致极片层与层之间较弱的束缚力,极片边缘成为无法忽视的薄弱区域,影响二次电池的循环性能和跌落安全。

发明内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种二次电池和用电装置,以提高二次电池的循环性能和跌落安全性能。

[0005] 需要说明的是,在申请内容中,以锂离子电池作为二次电池的例子来解释本申请,但是本申请的二次电池并不仅限于锂离子电池。具体技术方案如下:

[0006] 本申请的第一方面提供了一种二次电池,包括电极组件,电极组件包括正极极片、负极极片和隔膜,隔膜设置于正极极片和负极极片之间;正极极片包括正极极耳、正极集流体、第一分子筛涂层和正极活性材料层,沿第一方向,正极极片包括依次连接的第二区域和第一区域,正极极耳与第一区域中正极集流体一体设置,第一区域中正极集流体的至少一个表面上设置有第一分子筛涂层,第二区域中正极集流体的至少一个表面上设置有正极活性材料层,第一方向为正极极耳未折叠状态下的延伸方向;第一分子筛涂层包括分子筛和第一粘结剂,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为10%至90%,第一粘结剂的质量百分含量为10%至90%。本申请通过在第一区域中正极集流体的至少一个表面上设置第一分子筛涂层,一方面可以起到此处涂覆传统氧化铝、勃姆石等陶瓷涂层所起到的防止正极集流体毛刺刺破隔膜导致短路以及防止负极活性材料层在宽度方向上超出正极活性材料层的情况下,正极集流体与负极活性材料直接接触导致危险短路的作用,使得二次电池具有良好的防短路性能;另一方面将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,使得第一分子筛涂层具有良好的粘接作用,能够增强电极组件头部的正极极片与隔膜之间的粘接作用,降低电极组件头部电解液堆积导致极片层与层之间粘接弱的风险以及降低正极活性材料层与隔膜粘接弱的风险,使电极组件头部的正极极片与隔膜之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。此外,第一分子筛涂层中的分子筛具有吸收气体的能力,能够降低二次

电池发生胀气的风险,从而提高二次电池的存储性能和高温安全性能。

[0007] 在本申请的一种实施方案中,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%至80%,第一粘结剂的质量百分含量为20%至80%。将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,可以使得第一分子筛层具有较好的防短路作用的情况下,有较好的粘结效果。

[0008] 在本申请的一种实施方案中,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为30%至70%,第一粘结剂的质量百分含量为30%至70%。将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,可以更好的兼顾第一分子筛层防短路的作用和提高粘结的效果。

[0009] 在本申请的一种实施方案中,沿第一方向,第一分子筛涂层的宽度为0.5mm至10mm;沿垂直于第一方向的方向,第一分子筛涂层的长度大于或等于正极活性材料层的长度且小于或等于正极极片的长度。第一分子筛涂层的宽度设置在0.5mm至10mm,可以在更好地起到防止正极集流体和负极活性材料直接接触导致短路的作用以及兼顾二次电池能量密度的同时,使第一分子筛涂层对隔膜具有良好的粘结力。第一分子筛涂层的长度大于或等于正极活性材料层的长度且小于或等于正极极片的长度,可以更有效的在长度方向上起到上述效果。

[0010] 在本申请的一种实施方案中,沿第一方向,第一分子筛涂层的宽度为1mm至3mm。将第一分子筛涂层的宽度设置在1mm至3mm,可以在更好地起到防止正极集流体和负极活性材料直接接触导致短路的作用以及兼顾二次电池能量密度的同时,进一步提高第一分子筛涂层对隔膜的粘结力,从而进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0011] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层的厚度小于正极活性材料层的厚度,第一分子筛涂层的厚度为0.5 μ m至40 μ m。将第一分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,可以使得第一分子筛涂层更好地发挥防止短路、提高与隔膜粘结力的效果,也能够兼顾二次电池的能量密度。

[0012] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层的厚度为5 μ m至20 μ m。将第一分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,有利于进一步提高二次电池的防短路性能、循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0013] 在本申请的一种实施方案中,隔膜与第一区域相对的表面上设置有第二分子筛涂层;第二分子筛涂层包括分子筛,基于第二分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%至80%。在隔膜上与第一区域相对的表面上设置第二分子筛涂层,且将第二分子筛涂层中分子筛的含量调控在上述范围内,有利于进一步提高二次电池的防短路性能、循环性能、跌落安全性能和存储性能。同时隔膜上的第二分子筛涂层还可以降低隔膜基材层收缩的可能性,提高二次电池的耐高温性能。

[0014] 在本申请的一种实施方案中,第二分子筛涂层的厚度为0.5 μ m至10 μ m。将第二分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,有利于使二次电池具有良好的防短路性能、循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0015] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层和第二分子筛涂层的孔隙率各自独立地为30%至60%。将第一分子筛涂层和第二分子筛涂层的孔隙率调控在上述范围内,可以使得第一分子筛涂层和第二分子筛涂层具有良好的绝缘性和结构强度以使第一分子筛

涂层和第二分子筛涂层发挥其防短路的效果,也能发挥第一分子筛涂层和第二分子筛涂层提高粘结力的效果。

[0016] 在本申请的一种实施方案中,分子筛的比表面积为 $200\text{m}^2/\text{g}$ 至 $2000\text{m}^2/\text{g}$,分子筛的孔径为 0.3nm 至 45nm 。将分子筛的比表面积和孔径调控在上述范围内,可以更好地发挥分子筛提高粘结力的作用,进一步提高二次电池的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0017] 在本申请的一种实施方案中,分子筛包括3A分子筛、4A分子筛、5A分子筛、13X分子筛、ZSM-22分子筛、ZSM-5分子筛、MOR分子筛、ITQ分子筛、Y分子筛、SAPO类分子筛或ALPO类分子筛中的至少一种。选用上述种类的分子筛,有利于使二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0018] 在本申请的一种实施方案中,第一粘结剂包括聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯醇、聚丙烯酸钠、聚氨酯、羧甲基纤维素钠、聚乙烯吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯、聚六氟丙烯、氟化橡胶或丁苯橡胶中的至少一种。

[0019] 在本申请的一种实施方案中,正极极片还包括导电层,导电层设置于第一分子筛涂层背离正极集流体的表面上;导电层包括导电剂,基于导电层的质量,导电剂的质量百分含量为5%至70%。在正极极片中第一分子筛涂层背离正极集流体的表面上设置导电层,二次电池在具有良好的跌落安全性能和存储性能的情况下,能够进一步减少发生析锂情况的可能性,从而进一步提高循环性能。

[0020] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层的厚度与导电层的厚度之和小于或等于正极活性材料层的厚度;导电层的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 。第一分子筛涂层的厚度与导电层的厚度之和小于或等于正极活性材料层的厚度可以降低由于第一分子筛涂层和导电层过厚所导致的正极极片的第二区域与隔膜之间产生间隙的可能性,以使得正极极片的第二区域与隔膜充分接触以保证正极极片与隔膜之间的界面性能,同时将第一分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,可以适配市场上大部分二次电池的生产要求。

[0021] 在本申请的一种实施方案中,导电剂包括乙炔黑、科琴黑、导电石墨、石墨烯、碳纳米管中的至少一种。

[0022] 本申请的第二方面提供了一种用电装置,其中,所述用电装置包括前述任一实施方案所述的二次电池。因此,用电装置具有良好的使用性能。

[0023] 本申请的有益效果:

[0024] 本申请提供了一种二次电池和用电装置,二次电池在第一区域中正极集流体的两个表面上设置第一分子筛涂层,可以取代传统氧化铝、勃姆石等陶瓷涂层并起到相同的防短路的作用,将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,使得第一分子筛涂层具有良好的粘接作用,能够增强电极组件头部的正极极片与隔膜之间的粘接作用,降低电极组件头部电解液堆积导致极片层与层之间粘接弱的风险以及降低正极活性材料层与隔膜粘接弱的风险,使电极组件头部的正极极片与隔膜之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。此外,第一分子筛涂层中的分子筛具有吸收气体的能力,能够降低二次电池发生胀气的风险,从而

提高二次电池的存储性能和高温安全性能。

附图说明

[0025] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0026] 图1为本申请一种实施方案的二次电池在正积极耳处沿自身厚度方向和第一方向的剖面结构示意图;

[0027] 图2为图1中的电极组件在正积极耳未折叠状态下沿自身厚度方向和第一方向的剖面结构示意图;

[0028] 图3为本申请一种实施方案展开状态的正积极片的俯视图;

[0029] 图4为本申请一种实施方案展开状态的正积极片在正积极耳处沿自身厚度方向和第一方向的剖面结构示意图;

[0030] 图5为本申请另一种实施方案展开状态的正积极片在非正积极耳处沿自身厚度方向和垂直第一方向的方向的剖面结构示意图;

[0031] 图6为本申请另一种实施方案的二次电池在正积极耳处沿自身厚度方向和第一方向的剖面结构示意图;

[0032] 图7为本申请一些实施例的隔膜沿自身厚度方向的剖面结构示意图;

[0033] 图8为本申请另一些实施例的隔膜沿自身厚度方向的剖面结构示意图;

[0034] 图9为本申请再一种实施方案的正积极片沿自身厚度方向的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0035] 为使本申请的目的、技术方案、及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本申请进一步详细说明。显然,本申请说明书所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。本领域技术人员基于本申请所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0036] 需要说明的是,在具体实施方式中,以锂离子电池作为二次电池的例子来解释本申请,但是本申请的二次电池并不仅限于锂离子电池,也适用于钠离子电池等本领域常见的可以使用本申请相关技术的电池。具体技术方案如下:

[0037] 本申请的第一方面提供了一种二次电池,二次电池包括电极组件,电极组件包括正积极片、负积极片和隔膜,隔膜设置于正积极片和负积极片之间;正积极片包括正积极耳、正极集流体、第一分子筛涂层和正极活性材料层,沿第一方向,正积极片包括依次连接的第二区域和第一区域,正积极耳与第一区域中正极集流体一体设置,第一区域中正极集流体的至少一个表面上设置有第一分子筛涂层,第二区域中正极集流体的至少一个表面上设置有正极活性材料层,第一方向为正积极耳未折叠状态下的延伸方向,即正积极片的宽度方向。可以理解的是,上述“第一区域中正极集流体的至少一个表面上设置有第一分子筛涂层”是指,在一些实施例中,第一区域中正极集流体的一个表面上设置有第一分子筛涂层,在另一些实施例中,第一区域中正极集流体的两个表面上设置有第一分子筛涂层,其中,“表面”可以是第一区域中正极集流体的全部表面,也可以是第一区域中正极集流体的部分表面;上述“第二区域中正极集流体的至少一个表面上设置有正极活性材料层”是指,

在一些实施例中,第二区域中正极集流体的一个表面上设置有正极活性材料层,在另一些实施例中,第二区域中正极集流体的两个表面上均设置有正极活性材料层。其中,“表面”可以是第二区域中正极集流体的全部表面,也可以是第二区域中正极集流体的部分表面。

[0038] 在本申请中,为便于理解,定义第一方向为X,垂直于第一方向的方向为Y,正极极片的厚度方向为Z,可以理解的是,负极极片和隔膜的厚度方向与正极极片的厚度方向相同。需要说明的是,上述“垂直于第一方向的方向”可以理解为正极极片的长度方向和宽度方向所形成平面上的垂直关系。如图1至图4所示,二次电池包括电极组件100和包装袋200,电极组件100容纳于包装袋200内,电极组件100包括正极极片10、负极极片20和隔膜30,隔膜30设置于正极极片10和负极极片20之间;正极极片10包括正极极耳11、正极集流体12、第一分子筛涂层13和正极活性材料层14,沿第一方向X,正极极片10包括依次连接的第二区域102和第一区域101,正极极耳11与第一区域101中正极集流体12一体设置,第一区域101中正极集流体12的两个表面上设置有第一分子筛涂层13,第二区域102中正极集流体12的至少一个表面上设置有正极活性材料层14,第一方向X为正极极耳11未折叠状态下(如图2所示)的延伸方向。可以理解的是,正极极耳与第一区域中正极集流体一体设置,正极极耳未发生折叠时,正极极耳的延伸方向平行于正极集流体。二次电池在制备过程中,从实际生产工艺考虑,正极极耳延伸于正极集流体之外的部分可能会发生折叠,这样,正极极耳延伸于正极集流体之外的部分将发生弯曲(如图1所示),呈曲折状态的正极极耳的延伸方向不再平行于正极集流体。需要说明的是,上述的“平行”是指理想状态下的平行,实际生产过程中,由于制备过程中人工或操作的影响,可能为近似平行。第一分子筛涂层包括分子筛和第一粘结剂,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为10%至90%,第一粘结剂的质量百分含量为10%至90%。例如,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%或上述任两个数值范围间的任一数值。例如,基于第一分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量为10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%或上述任两个数值范围间的任一数值。

[0039] 基于第一分子筛涂层,分子筛的质量百分含量小于10%或者第一粘结剂的质量百分含量大于90%时,第一分子筛涂层中分子筛的含量过少,第一分子筛涂层的致密性较差,将影响第一分子筛涂层对与其邻接的正极集流体的绝缘保护效果;分子筛的质量百分含量大于90%或者第一粘结剂的质量百分含量小于10%时,第一分子筛涂层中第一粘结剂的含量过少,形成的第一分子筛涂层的粘结力较差,正极极片与隔膜和负极极片之间的界面粘接作用较差,将影响二次电池的循环性能,并且,二次电池发生跌落或撞击时,隔膜容易发生翻折,影响二次电池的跌落安全性能。

[0040] 本申请通过在第一区域中正极集流体的至少一个表面上设置第一分子筛涂层,一方面可以起到此处涂覆传统氧化铝、勃姆石等陶瓷涂层并所起到的防止正极集流体毛刺刺破隔膜导致短路以及防止负极活性材料层在宽度方向上超出正极活性材料层的情况下,正极集流体与负极活性材料直接接触导致危险短路的作用,使得二次电池具有良好的防短路性能;另一方面将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,分子筛与第一粘结剂相互配合,使得第一分子筛涂层具有良好的粘接作用,能够增强电极组件头部的正极极片与隔膜之间的粘接作用,降低电极组件头部电解液堆积导致极片层与层之间粘接弱的风险,以及降低正极活性材料层与隔膜粘接弱的风险,使电极组件头部

的正极极片与隔膜之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。此外,第一分子筛涂层中的分子筛具有吸收气体的能力,能够降低二次电池发生胀气的风险,从而提高二次电池的存储性能。

[0041] 在本申请的一种实施方案中,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%至80%,第一粘结剂的质量百分含量为20%至80%。例如,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或上述任两个数值范围间的任一数值。例如,基于第一分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量为20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,在保证第一分子筛涂层防短路的前提下,能够进一步增强电极组件头部的正极极片与隔膜之间的粘接作用,降低电极组件头部电解液堆积导致极片层与层之间粘接弱的风险,以及进一步降低正极活性材料层与隔膜粘接弱的风险,使电极组件头部的正极极片与隔膜之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到进一步提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0042] 在本申请的一种实施方案中,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为30%至70%,第一粘结剂的质量百分含量为30%至70%。例如,基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为30%、40%、50%、60%、70%或上述任两个数值范围间的任一数值。例如,基于第一分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量为30%、40%、50%、60%、70%或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,能够更进一步增强电极组件头部的正极极片与隔膜之间的粘接作用,降低电极组件头部电解液堆积导致极片层与层之间粘接弱的风险,以及更进一步降低正极活性材料层与隔膜粘接弱的风险,使电极组件头部的正极极片与隔膜之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到更进一步提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够更进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0043] 在本申请的一种实施方案中,如图3和图4所示,沿第一方向X,第一分子筛涂层13的宽度 W_{13} 为0.5mm至10mm。例如,第一分子筛涂层的宽度为0.5mm、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的宽度设置在0.5mm至10mm,可以在更好地起到防止正极集流体和负极活性材料直接接触导致短路的作用以及兼顾二次电池能量密度的同时,使第一分子筛涂层对隔膜具有良好的粘结力。第一分子筛涂层的长度大于或等于正极活性材料层的长度且小于或等于正极极片的长度,可以更有效的在长度方向上起到上述效果。由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高,且二次电池具有较高的能量密度和安全性能。此外,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0044] 在本申请的一种实施方案中,如图3和图4所示,沿第一方向X,第一分子筛涂层13的宽度 W_{13} 为1mm至3mm。例如,第一分子筛涂层的宽度为1mm、2mm、3mm或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的宽度设置在1mm至3mm,可以在更好地起到防止正极集流体和负极活性材料直接接触导致短路的作用以及兼顾二次电池能量密度的同时,进一步提高第一分子筛涂层对隔膜的粘结力,从而进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0045] 在本申请的一种实施方案中,沿垂直于第一方向的方向,第一分子筛涂层的长度大于或等于正极活性材料层的长度且小于或等于正积极片的长度。示例性地,在一些实施例中,如图3所示,沿垂直于第一方向X的方向Y,第一分子筛涂层13的长度 L_{13} 等于正极活性材料层14的长度 L_{14} 且等于正积极片10的长度 L_{10} 。在另一些实施例中,沿垂直于第一方向的方向,第一分子筛涂层的长度大于正极活性材料层的长度且等于正积极片的长度。在再一些实施例中,沿垂直于第一方向的方向,第一分子筛涂层的长度等于正极活性材料层的长度且等于正积极片的长度。在再一些实施例中,沿垂直于第一方向的方向,第一分子筛涂层的长度大于正极活性材料层的长度且小于正积极片的长度。本申请对第一分子筛涂层的长度、正极活性材料层的长度和正积极片的长度没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的即可。将第一分子筛涂层的长度调控在上述范围内,使正积极片中设置有正极活性材料层的区域设置有第一分子筛涂层,能够根据正积极片的原有结构进行第一分子筛涂层的设定,卷绕电极组件和叠片电极组件每一层的粘接力增强的情况下,也能够充分利用二次电池的空间。并且,可以在更好地起到防止正极集流体和负极活性材料直接接触导致短路的作用以及兼顾二次电池能量密度的同时,使第一分子筛涂层对隔膜具有良好的粘结力。由此,正积极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负积极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高,且二次电池具有较高的能量密度和安全性能。此外,正积极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。。

[0046] 在本申请的一种实施方案中,如图4所示,第一分子筛涂层13的厚度 H_{13} 小于正极活性材料层14的厚度 H_{14} ,第一分子筛涂层13的厚度 H_{13} 为0.5 μm 至40 μm 。例如,第一分子筛涂层的厚度为0.5 μm 、5 μm 、20 μm 、40 μm 或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,能够在不增大二次电池体积的情况下,使第一分子筛涂层对正极集流体具有良好的覆盖效果,可以使得第一分子筛涂层更好地发挥防止短路、提高与隔膜粘结力的效果,也能够兼顾二次电池的能量密度。这样,正积极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负积极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高,且二次电池具有较高的能量密度和良好的防短路性能。并且,正积极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0047] 本申请对正极活性材料层的厚度没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,正极活性材料层的厚度为30 μm 至200 μm 。

[0048] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层的厚度为5 μm 至20 μm 。例如,第一分子筛涂层的厚度为5 μm 、7 μm 、10 μm 、15 μm 、18 μm 、20 μm 或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,有利于进一步提高二次电池的防短路性能、循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0049] 在本申请的一种实施方案中,如图5所示,沿正积极片10的厚度方向Z,第一分子筛

涂层13和正极活性材料层14具有重叠区域40,在重叠区域40中,正极活性材料层14位于第一分子筛涂层13和正极集流体12之间;需要说明的是,为便于理解,图5中以椭圆框50标出的部分进行了放大化处理,实际情况下,正积极片在制备过程中经辊压后,表面是近似平整的,椭圆框50标出的部分并非如图5所示的凸起,而是与不具有重叠区域40的正极活性材料层14表面基本平齐。沿第一方向X,重叠区域40的宽度 W_{40} 为0mm至0.5mm。例如,重叠区域的宽度为0mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、0.4mm、0.5mm或上述任两个数值范围间的任一数值。正极活性材料层与第一分子筛涂层具有重叠区域,且将重叠区域的宽度调控在上述范围内,能够降低正极集流体直接暴露的风险,有利于降低二次电池的安全风险。并且使正极活性材料层与第一分子筛涂层之间的接触面积尽可能少的情况下,第一分子筛涂层发挥其良好的粘接效果。由此,正积极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负积极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高。并且,正积极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0050] 在本申请的一种实施方案中,如图6所示,隔膜20与第一区域101相对的表面上设置有第二分子筛涂层23。可以理解的是,上述“表面”可以是隔膜的一个表面,也可以是隔膜的两个表面。上述“相对”是指沿隔膜的厚度方向投影,隔膜至少与第一区域重叠的部分。示例性地,在本申请的一些实施例中,如图7所示,隔膜20与第一区域101相对的两个表面上设置有第二分子筛涂层23。在本申请的另一些实施例中,如图8所示,隔膜20与第一区域101相对的第一表面20a上设置有第二分子筛涂层23,需要说明的是,第二分子筛涂层23也可以设置于隔膜20与第一区域101相对的第二表面20b上。基于第二分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%至80%。例如,基于第二分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量为20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或上述任两个数值范围间的任一数值。在隔膜上与第一区域相对的表面上设置第二分子筛涂层,且将第二分子筛涂层中分子筛的含量调控在上述范围内,第二分子筛涂层与第一分子筛涂层和负积极片粘接,能够发挥其良好的粘接作用,将隔膜与正积极片和负积极片进一步粘接,使隔膜与正积极片和负积极片的粘接效果得到进一步提升,这样,正积极片、隔膜与负积极片之间的界面接触效果得到进一步加强,二次电池的循环性能得到进一步提高。并且,第二分子筛涂层的设置,可以进一步降低正极集流体毛刺刺破隔膜导致正极集流体与负极活性材料直接接触引发短路的风险,进一步提高二次电池的防短路性能。第二分子筛涂层设置于隔膜上,还可以降低隔膜中基材层收缩的可能性,提高二次电池的耐高温性能。此外,隔膜发生翻折的概率进一步下降,从而能够进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0051] 在本申请的一种实施方案中,第二分子筛涂层还包括第一粘结剂,基于第二分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量为20%至80%。例如,基于第二分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量为20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或上述任两个数值范围间的任一数值。

[0052] 在本申请的一种实施方案中,如图7和图8所示,第二分子筛涂层23的厚度 H_{23} 为0.5 μm 至10 μm 。例如,第二分子筛涂层的厚度为0.5 μm 、1 μm 、2 μm 、3 μm 、4 μm 、5 μm 、6 μm 、7 μm 、8 μm 、9 μm 、10 μm 或上述任两个数值范围间的任一数值。将第二分子筛涂层的厚度调控在上述范围内,能够在不增大二次电池体积的情况下,使第二分子筛涂层对隔膜具有良好的覆盖效果,可以使得第二分子筛涂层更好地发挥防止短路、提高与隔膜粘结力的效果,也能够兼顾二

次电池的能量密度。这样,正极极片、隔膜与负极极片之间的界面接触效果得到进一步加强,负极极片上出现的析锂情况进一步减少,二次电池的循环性能得到进一步提高,且二次电池具有较高的能量密度和良好的防短路性能。并且,隔膜发生翻折的概率进一步下降,从而能够进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0053] 本申请对第二分子筛涂层的宽度和长度没有特别限制,本领域技术人员可以根据第一分子筛涂层的宽度和长度进行调控,只要能够实现本申请目的即可。例如,沿第一方向X,第二分子筛涂层的宽度为0.5mm至15mm。沿垂直于第一方向X的方向Y,第二分子筛涂层的长度为小于或等于隔膜的长度。

[0054] 本领域技术人员可以理解的是,在二次电池中,正极极片、负极极片和隔膜自身厚度方向、宽度方向、长度方向都是相同的。因此,第一方向X、垂直于第一方向X的方向Y在正极极片和隔膜均是指同一方向。

[0055] 在本申请的一种实施方案中,第一分子筛涂层的孔隙率为30%至60%。例如,第一分子筛涂层的孔隙率为30%、40%、50%、60%或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的孔隙率调控在上述范围内,可以使第一分子筛涂层具有良好的绝缘性和结构强度以使第一分子筛涂层发挥其防短路的效果,也能发挥第一分子筛涂层提高粘接力的效果。这样,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高,二次电池 also 具有良好的防短路性能。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0056] 在本申请的一种实施方案中,第二分子筛涂层的孔隙率为30%至60%。例如,第二分子筛涂层的孔隙率为30%、40%、50%、60%或上述任两个数值范围间的任一数值。将第二分子筛涂层的孔隙率调控在上述范围内,可以使第二分子筛涂层具有良好的绝缘性和结构强度以使第二分子筛涂层发挥其防短路的效果,也能发挥第二分子筛涂层提高粘接力的效果。这样,隔膜与正极极片、负极极片之间具有良好的界面接触效果,负极极片上出现的析锂情况较少,二次电池的循环性能得到提高,二次电池 also 具有良好的防短路性能。第二分子筛涂层还可以降低隔膜中基材层收缩的可能性,提高二次电池的耐高温性能。此外,隔膜发生翻折的概率进一步下降,从而能够进一步提高二次电池的跌落安全性能。

[0057] 本申请对第一分子筛涂层和第二分子筛涂层的孔隙率的调控方式没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,可以通过调控第一分子筛涂层和第二分子筛涂层中的分子筛种类、分子筛和第一粘结剂的含量占比、分子筛的孔径等方式实现。

[0058] 在本申请的一种实施方案中,分子筛的比表面积为 $200\text{m}^2/\text{g}$ 至 $2000\text{m}^2/\text{g}$ 。例如,分子筛的比表面积为 $200\text{m}^2/\text{g}$ 、 $400\text{m}^2/\text{g}$ 、 $600\text{m}^2/\text{g}$ 、 $800\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1000\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1200\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1400\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1600\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1800\text{m}^2/\text{g}$ 、 $2000\text{m}^2/\text{g}$ 或上述任两个数值范围间的任一数值。在本申请的一种实施方案中,分子筛的孔径为0.3nm至45nm。例如,分子筛的孔径为0.3nm、5nm、10nm、15nm、20nm、25nm、30nm、35nm、40nm、45nm或上述任两个数值范围间的任一数值。将分子筛的比表面积和/或分子筛的孔径调控在上述范围内,分子筛具有较高的比表面积,和/或分子筛具有较大的孔径,将分子筛应用于第一分子筛涂层和/或第二分子筛涂层时,可以增大分子筛的粘接面积,增强机械嵌合作用,分子筛与第一粘结剂结合后内聚力大,结合力强,这样,第一分子筛涂层和第二分子筛涂层在高温能充分溶胀后高分散,并形成良好的粘结力。由此,正极极片

与隔膜,或者正极极片、隔膜与负极极片之间具有良好的界面接触效果,二次电池的循环性能得到提高。并且,隔膜发生翻折的概率下降,能够提高二次电池的跌落安全性能。此外,分子筛具有吸收气体的能力,能够降低二次电池发生胀气的风险,改善特殊工况(如高温存储、过放电、过放电后存储、过放电后充放电、过充电、热失控等)二次电池胀气鼓包的问题,从而提高二次电池的存储性能。在本申请中,“高温”是指温度为40℃至90℃。

[0059] 本申请对分子筛的平均体积粒径没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,分子筛的平均体积粒径为0.5 μm 至20 μm 。在本申请中,平均体积粒径Dv50表示分子筛颗粒在体积基准的粒度分布中,从小粒径侧起,达到体积累计50%的粒径。

[0060] 在本申请的一种实施方案中,分子筛包括3A分子筛、4A分子筛、5A分子筛、13X分子筛、ZSM-22分子筛、ZSM-5分子筛、MOR分子筛、ITQ分子筛、Y分子筛、SAPO类分子筛或ALPO类分子筛中的至少一种。进一步地,ITQ分子筛包括ITQ-24、ITQ-40或ITQ-55中的至少一种;Y分子筛包括NaY、HY、USY或RY中的至少一种;SAPO类分子筛包括SAPO-11、SAPO-20或SAPO-34中的至少一种;ALPO类分子筛包括ALPO-4、ALPO-15或ALPO-18中的至少一种。对于界面粘接来说,上述种类的分子筛具有较大的比表面积和孔径,应用于第一分子筛涂层和/或第二分子筛涂层时,可以增大分子筛的粘接面积,增强机械嵌合作用,分子筛与粘结剂结合后内聚力大,结合力强,这样,第一分子筛涂层和第二分子筛涂层在高温能充分溶胀后高分散,并形成良好的粘结力。由此,正极极片与隔膜,或者正极极片、隔膜与负极极片之间具有良好的界面接触效果,二次电池的循环性能得到提高。并且,隔膜发生翻折的概率下降,能够提高二次电池的跌落安全性能。此外,分子筛具有吸收气体的能力,能够降低二次电池发生胀气的风险,改善特殊工况二次电池胀气鼓包的问题,从而提高二次电池的存储性能。

[0061] 在本申请的一种实施方案中,第一粘结剂包括聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯醇、聚丙烯酸钠、聚氨酯、羧甲基纤维素钠、聚乙烯吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯、聚六氟丙烯、氟化橡胶或丁苯橡胶中的至少一种。

[0062] 在本申请的一种实施方案中,如图9所示,正极极片10还包括导电层15,导电层15设置于第一分子筛涂层13背离正极集流体12的表面13a上;导电层包括导电剂,基于导电层的质量,导电剂的质量百分含量为5%至70%。例如,基于导电层的质量,导电层的质量百分含量为5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%或上述任两个数值范围间的任一数值。导电层还包括第二粘结剂,基于导电层的质量,第二粘结剂的质量百分含量为30%至95%。例如,基于导电层的质量,第二粘结剂的质量百分含量为30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或上述任两个数值范围间的任一数值。正极极片边缘阻抗相较于主体往往更大,且正极极片电流密度较大,因此,电极组件中负极极片超正极极片区域(overhang)容易发生析锂。在正极极片中第一分子筛涂层背离正极集流体的表面上设置导电层,导电层能够诱导产生极化电场,极化电场可以平衡电极表面电场强度,对负极极片边缘负极的Li⁺/Li浓度起到均匀性的作用,从而改善电场不均匀造成的析锂,达到延长二次电池循环寿命的目的。将导电层中导电剂和第二粘结剂的质量百分含量调控在上述范围内,导电层在诱导产生极化电场的情况下,具有良好的粘接效果,使正极极片与隔膜和负极极片之间具有良好的粘接效果,由此,正极极片与隔膜之间具有良好的界面接触效果,二次电池的循环性能得到提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折

的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0063] 本申请对第二粘结剂没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,第二粘结剂包括但不限于聚偏氟乙烯、偏氟乙烯-六氟丙烯的共聚物、聚酰胺、聚丙烯腈、聚丙烯酸酯、聚丙烯酸、聚丙烯醇、聚丙烯酸钠、聚氨酯、羧甲基纤维素钠、聚乙烯吡咯烷酮、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯、聚六氟丙烯、氟化橡胶或丁苯橡胶中的至少一种。

[0064] 在本申请的一种实施方案中,如图9所示,第一分子筛涂层13的厚度 H_{13} 与导电层15的厚度 H_{15} 之和小于正极活性材料层14的厚度 H_{14} ;第一分子筛涂层的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$,导电层的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 。例如,第一分子筛涂层的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 或上述任两个数值范围间的任一数值。例如,导电层的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 或上述任两个数值范围间的任一数值。将第一分子筛涂层的厚度与导电层的厚度之和与正极活性材料层的厚度之间的关系调控在上述范围内,可以降低由于第一分子筛涂层和导电层过厚所导致的正极极片的第二区域与隔膜之间产生间隙的可能性,以使得正极极片的第二区域与隔膜充分接触,使正极极片与隔膜之间具有良好的界面性能。将第一分子筛涂层的厚度和导电层的厚度调控在上述范围内,有利于在不增大二次电池的体积的情况下,改善电场不均匀造成的析锂,达到延长二次电池循环寿命的目的。并且,使正极极片、隔膜与负极极片之间具有良好的界面接触效果,二次电池的循环性能得到提高。并且,正极极片的第一区域与隔膜之间具有良好的粘接效果,隔膜发生翻折的概率下降,从而能够提高二次电池的跌落安全性能。

[0065] 在本申请的一种实施方案中,导电剂包括乙炔黑、科琴黑、导电石墨、石墨烯、单壁碳纳米管或多壁碳纳米管中的至少一种。上述种类的导电剂,具有良好的导电性。

[0066] 本申请对电极组件的结构没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,电极组件的结构为卷绕结构或叠片结构。本申请对正极集流体的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,正极集流体包括铝箔、铝合金箔等。

[0067] 在本申请的一种实施方案中,正极活性材料层包括正极活性材料。本申请对正极活性材料的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,正极活性材料可以包含镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂、磷酸铁锂、富锂锰基材料、钴酸锂、锰酸锂、磷酸锰铁锂或钛酸锂等中的至少一种。任选地,正极活性材料层还包括正极导电剂、正极粘结剂。本申请对正极活性材料层中正极导电剂、正极粘结剂的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。本申请对正极活性材料层中正极活性材料、正极导电剂、正极粘结剂的质量比没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的即可。例如,正极活性材料层中正极活性材料、正极导电剂、正极粘结剂的质量比为 $(96.5 \sim 97.9) : (0.9 \sim 2.0) : (1.0 \sim 2.0)$ 。

[0068] 在本申请的一种实施方案中,负极极片包括负极集流体以及设置于负极集流体至少一个表面上的负极活性材料层。上述“设置于负极集流体至少一个表面上的负极活性材料层”是指,负极活性材料层可以设置于负极集流体沿自身厚度方向上的一个表面上,也可以设置于负极集流体沿自身厚度方向上的两个表面上。需要说明,这里的“表面”可以是负极集流体的全部区域,也可以是负极集流体的部分区域,本申请没有特别限制,只要能实现本申请目的即可。本申请对负极集流体没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,负极集流体可以包含铜箔、铜合金箔、镍箔、钛箔、泡沫镍或泡沫铜等。负极活性材料层

包括负极活性材料。本申请对负极活性材料的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。例如,负极活性材料可以包含天然石墨、人造石墨、软碳、硬碳、中间相炭微球、锡基材料、硅基材料、钛酸锂或过渡金属氮化物等中的至少一种。任选地,负极活性材料层还包括负极导电剂、增稠剂、负极粘结剂中的至少一种。本申请对负极活性材料层中的导电剂、增稠剂和负极粘结剂的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。本申请对负极活性材料层中负极活性材料、负极导电剂、增稠剂和负极粘结剂的质量比没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。例如,负极活性材料层中负极活性材料、负极导电剂、增稠剂和负极粘结剂的质量比为 $(96 \sim 98) : (0 \sim 1.5) : (0.5 \sim 1.5) : (1.0 \sim 1.9)$ 。

[0069] 本申请对负极集流体和负极活性材料层的厚度没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。例如,负极集流体的厚度为 $5\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$,负极活性材料层的厚度为 $30\mu\text{m}$ 至 $120\mu\text{m}$ 。

[0070] 本申请对隔膜没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。例如,隔膜的材料可以包括但不限于聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)为主的聚烯烃(PO)类、聚酯(例如,聚对苯二甲酸二乙酯(PET)膜)、纤维素、聚酰亚胺(PI)、聚酰胺(PA)、氨纶或芳纶中的至少一种。隔膜的类型可以包括织造膜、非织造膜、微孔膜、复合膜、碾压膜或纺丝膜中的至少一种。

[0071] 本申请的二次电池还包括电解液,电解液和电极组件容纳于包装袋中。本申请对包装袋和电解液没有特别限制,本领域技术人员可以根据需要选择本领域公知的包装袋和电解液,只要能够实现本申请目的的即可。

[0072] 本申请对正极极片的制备方法没有特别限制,只要能够实现本申请目的的即可。

[0073] 例如,在本申请的一些实施例中,正极极片包括正极极耳、正极集流体、第一分子筛涂层和正极活性材料层,正极极片的制备方法包括但不限于以下步骤:(1)制备正极浆料和第一分子筛涂层浆料;(2)将正极浆料和第一分子筛涂层浆料涂布于正极集流体的一个表面上,烘干后,得到单面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正极极片;将正极浆料和第一分子筛涂层浆料涂布于正极集流体的另一个表面上,烘干,得到双面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正极极片;其中,第一分子筛涂层设置于正极极片的第一区域,正极活性材料层设置于正极极片的第二区域;(3)冷压、裁片。本申请对上述步骤(1)中正极浆料、第一分子筛涂层浆料的制备方法没有特别限制,只要使第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的含量在本申请范围内,能够实现本申请目的的即可。本申请对上述步骤(2)中烘干的温度和时间没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的的即可。本申请对上述步骤(3)中冷压、裁片的工艺参数没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的的即可。

[0074] 例如,在本申请的另一些实施例中,正极极片包括正极极耳、正极集流体、第一分子筛涂层、导电层和正极活性材料层,正极极片的制备方法包括但不限于以下步骤:(1)制备正极浆料、第一分子筛涂层浆料和导电层浆料;(2)将正极浆料和第一分子筛涂层浆料涂布于正极集流体的一个表面上,烘干后,得到单面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正极极片,将导电层浆料涂布于第一分子筛涂层背离正极集流体的表面上,烘干后,得到单面涂布正极活性材料层、第一分子筛涂层和导电层的正极极片;重复上述步骤,得到双面涂布正极活性材料层、第一分子筛涂层和导电层的正极极片;其中,第一分子筛涂层、导电层设置于正极极片的第一区域,正极活性材料层设置于正极极片的第二区域;(3)冷压、裁

片。本申请对上述步骤(1)中正极浆料、第一分子筛涂层浆料和导电层浆料的制备方法没有特别限制,只要使第一分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的含量在本申请范围内,导电层中导电剂和第二粘结剂的含量在本申请范围内,能够实现本申请目的即可。本申请对上述步骤(2)中烘干的温度和时间没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的即可。本申请对上述步骤(3)中冷压、裁片的工艺参数没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的即可。

[0075] 本申请对第二分子筛涂层的制备方法没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,第二分子筛涂层的制备方法包括但不限于以下步骤:(1)制备第二分子筛涂层浆料;(2)在隔膜与正极极片第一区域相对的一个表面上涂布第二分子筛涂层浆料,烘干,得到单面涂布第二分子筛涂层的隔膜。之后,在隔膜与正极极片第一区域相对的另一个表面上重复以上步骤,得到双面涂布第二分子筛涂层的隔膜。本申请对上述步骤(1)中第二分子筛涂层浆料的制备方法没有特别限制,只要使第二分子筛涂层中分子筛和第一粘结剂的含量在本申请范围内,能够实现本申请目的即可。本申请对上述步骤(2)中烘干的温度和时间没有特别限制,本领域技术人员可以根据实际需要选择,只要能够实现本申请目的即可。

[0076] 本申请对二次电池的制备方法没有特别限制,可以选用本领域公知的制备方法,只要能够实现本申请目的即可。例如,二次电池的制备方法包括但不限于如下步骤:将正极极片、隔膜和负极极片按顺序堆叠,然后将整个叠片结构的四个角固定好得到叠片结构的电极组件,将电极组件放入包装袋内,将正极极耳和负极极耳分别经转接焊焊接在金属片上并引出包装袋外,将电解液注入包装袋并封口,得到二次电池。或者,将正极极片、隔膜和负极极片按顺序堆叠卷绕得到卷绕结构的电极组件,将电极组件放入包装袋内,将正极极耳和负极极耳分别经转接焊焊接在金属片上并引出包装袋外,将电解液注入包装袋并封口,得到二次电池。本申请对上述金属片的种类没有特别限制,只要能够实现本申请目的即可。例如,正极极耳焊接的金属片可以为铝片,负极极耳焊接的金属片可以为铜片、镍片或铜镀镍片。

[0077] 本申请的二次电池没有特别限制,其可以包括发生电化学反应的装置。例如,二次电池可以包括但不限于:锂金属二次电池、锂离子二次电池(锂离子电池)、钠离子二次电池、锂聚合物二次电池、锂离子聚合物二次电池、钠离子电池。

[0078] 本申请的第二方面提供了一种用电装置,其中,所述用电装置包括前述任一实施方案所述的二次电池。因此,用电装置具有良好的使用性能。

[0079] 本申请的用电装置没有特别限定,其可以是用于现有技术中公知的用电装置。例如,用电装置可以包括但不限于:笔记本电脑、笔输入型计算机、移动电脑、电子书播放器、便携式电话、便携式传真机、便携式复印机、便携式打印机、头戴式立体声耳机、录像机、液晶电视、手提式清洁器、便携CD机、迷你光盘、收发机、电子记事本、计算器、存储卡、便携式录音机、收音机、备用电源、电机、汽车、摩托车、助力自行车、自行车、照明器具、玩具、游戏机、钟表、电动工具、闪光灯、照相机、家庭用大型蓄电池、锂离子电容器。

[0080] 实施例

[0081] 以下,举出实施例及对比例来对本申请的实施方式进行更具体地说明。各种的试验及评价按照下述的方法进行。

[0082] 测试方法和设备:

[0083] 析锂测试:

[0084] 在25℃下,将各实施例和对比例的锂离子电池充电至满电(充电制度为以4C倍率恒流充电至4.48V,然后恒压充电至电流为0.05C),搁置5min,再以1/3C放电至3.0V,对上述同一个锂离子电池重复以上步骤900次。

[0085] 将完成300次、500次、700次、900次循环测试后的锂离子电池分别在常温下按标准充电方式(0.5C充电至4.48V,4.48V恒压充电至0.02C)充满电,拆解锂离子电池,检查负极极片表面析锂分布情况。

[0086] 粘接力测试:

[0087] 取出待拆解锂离子电池,将包装袋边缘剪掉,然后打开包装袋,展开电极组件。把正极极片、隔膜、负极极片分开,保留正极极片和隔膜,不同的锂离子电池取正极极片第一区域中大致相同的位置和相同面。取正极极片和隔膜,用刀片截取为10mm×50mm的试样。将双面胶(生产厂商:Nitto,产品型号:5000NS)贴于钢板上,并将截取的试样贴在前述双面胶上,测试面朝上,即从下往上依次为钢板、双面胶纸、正极极片、隔膜。将宽度与试样等宽、长度>50mm的纸带与隔膜面贴合,并且用皱纹胶固定。用拉力机分离,剥离角度为180°,测试的剥离力的数据即为正极极片和隔膜的粘接力数据。

[0088] 跌落测试:

[0089] 取各实施例和对比例的锂离子电池,按标准充电方式(0.5C充电至电压4.48V,以4.48V电压恒压充电至0.02C)充满电后,在20±5℃测试环境用大理石跌落地板从1m跌落高度沿着6个面各跌落1次,4个角各跌落1次,共进行5轮测试。通过测试的判定标准:不起火、不爆炸、不冒烟、不漏液、电压降<100mV。

[0090] 各实施例和对比例测试5个锂离子电池,以通过测试的个数比例来表征跌落安全性能,通过测试的个数越高,锂离子电池的跌落安全性能越好;通过测试的个数比例=通过个数/5。

[0091] 存储性能测试:

[0092] 在25℃下将各实施例和对比例的锂离子电池按标准充电方式(0.5C充电至电压4.48V,以4.48V电压恒压充电至0.02C)充满电,放置于80℃恒温箱存放48h,测试存储前后的锂离子电池厚度,得到膨胀率:膨胀率(%)=(测试后厚度-测试前厚度)/测试前厚度×100%。

[0093] 以膨胀率表征锂离子电池的存储性能,膨胀率越低,锂离子电池的存储性能越好。

[0094] 孔隙率的测试:

[0095] 通过真密度测试仪测试。

[0096] 将各实施例和对比例中的锂离子电池满放(以0.5C恒流放电至3.0V)后进行拆解,将拆解得到的正极极片、隔膜放在正丁醇中清洗后晾干。使用刮刀将正极极片中的第一分子筛涂层剥离,将隔膜中的第二分子筛涂层剥离,并分别研磨成粉末。

[0097] 将第一分子筛涂层研磨得到的粉末压实并冲切成10mm×10mm规整形状的样品,放置在真密度测试仪(AccuPyc II1340)上测试,得到第一分子筛涂层的真体积。用直尺测量得到样品的长、宽、高,计算得到第一分子筛涂层的表观体积=长×宽×高。第一分子筛涂层的孔隙率(%)=(第一分子筛涂层的表观体积-第一分子筛涂层的真体积)/第一分子筛涂层的表观体积×100%。

[0098] 将第二分子筛涂层研磨得到的粉末压实并冲切成 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 规整形状样品,放置在真密度测试仪(AccuPyc II1340)上测试,得到第二分子筛涂层的真体积。用直尺测量得到样品的长、宽、高,计算得到第二分子筛涂层的表观体积=长 $\times$ 宽 $\times$ 高。第二分子筛涂层的孔隙率(%)=(第二分子筛涂层的表观体积-第二分子筛涂层的真体积)/第二分子筛涂层的表观体积 $\times 100\%$ 。

[0099] 分子筛比表面积和孔径的测试:

[0100] 将各实施例和对比例中的锂离子电池满放(以 0.5C 恒流放电至 3.0V)后进行拆解,将拆解得到的正电极片、隔膜放在正丁醇中清洗后晾干。使用刮刀将正电极片中的第一分子筛涂层剥离,将隔膜中的第二分子筛涂层剥离,分别研磨成粉末后,分别进行如下测试:

[0101] 将 1g 重量的粉末放置于样品管中,将样品管加热至 150°C ,对其进行抽空脱气处理 2h 。将处理好的样品接入测试系统(仪器型号:美国麦克3Flex),利用可定量转移气体的托普勒泵向样品持续导入氮气 1h 使其饱和吸附。当吸附达到平衡时,压力传感器测得压力值,根据压力值可算出吸附量,并得到等温吸脱附线。使用BET方程取点计算得到比表面积。采用密度泛函理论(DFT)计算孔径。

[0102] 实施例1-1

[0103] <正电极片的制备>

[0104] ①将正极导电剂和正极活性材料钴酸锂放入搅拌机中,在搅拌机中加入按配方比重量的全部正极粘结剂和 $2/3$ 配方比重量的分散介质,高速搅拌 20 分钟,搅拌完除泡 10 分钟;

[0105] ②在①所制得的物料中加入剩余 $1/3$ 配方比重量的分散介质,高速搅拌 30 分钟,搅拌完除泡 5 分钟,得到的正极浆料。分散介质为 N -甲基吡咯烷酮(NMP),正极导电剂为导电炭黑和碳纳米管;正极粘结剂为聚偏氟乙烯(PVDF);正极浆料的固含量为 $75\text{wt}\%$ 。其中,钴酸锂、乙炔炭黑、多壁碳纳米管、聚偏氟乙烯的质量比为 $96.5:1.5:0.5:1.5$ 。

[0106] 将分子筛MOR分子筛(生产厂商:上海源叶生物科技有限公司,型号:12445-20-4)和第一粘结剂聚甲基丙烯酸甲酯(重均分子量 75000)按照质量比 $90:10$ 进行混合,加入 N -甲基吡咯烷酮(NMP)作为溶剂,在真空搅拌机作用下搅拌至固含量为 $72\text{wt}\%$ 且体系均匀的第一分子筛涂层浆料。其中,分子筛的比表面积为 $350\text{m}^2/\text{g}$ 、分子筛的孔径为 0.6nm 、分子筛的平均体积粒径 $Dv50=1\mu\text{m}$ 。

[0107] 将正极浆料和第一分子筛涂层浆料分别均匀涂布在厚度为 $10\mu\text{m}$ 的正极集流体铝箔的一个表面上, 100°C 条件下烘干,得到单面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正电极片。之后,在该铝箔的另一个表面上重复以上步骤,即得到双面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正电极片(如图4所示)。其中,第一分子筛涂层设置于正电极片的第一区域,正极活性材料层设置于正电极片的第二区域。冷压,再经裁片,得到规格为 $74\text{mm} \times 1183\text{mm}$ 正电极片待用。

[0108] 其中,第一分子筛涂层的宽度 $W_{13}=1\text{mm}$ 、厚度 $H_{13}=10\mu\text{m}$ 。正极活性材料层的厚度为 $40\mu\text{m}$ 、宽度为 73mm ,正极活性材料层的长度为 1183mm ,第一分子筛涂层的长度为 1183mm 。

[0109] <负电极片的制备>

[0110] 将负极活性材料人造石墨、负极导电剂乙炔黑、增稠剂羧甲基纤维素(CMC)、负极粘结剂丁苯橡胶(简写SBR,重均分子量为 50×10^5)按照质量比 $96:1:1.5:1.5$ 进行混合,然

后加入去离子水作为溶剂,在真空搅拌机作用下搅拌至固含量为54wt %且体系均匀的负极浆料。将负极浆料均匀涂覆在厚度为8 μ m的负极集流体铜箔的一个表面上,85℃条件下烘干,得到单面涂布负极活性材料层(厚度45 μ m)的负极极片。之后,在该铜箔的另一个表面上重复以上步骤,得到双面涂布负极活性材料层的负极极片。冷压,再经裁片,得到规格为76mm $\times$ 1186mm的负极极片待用。

[0111] <隔膜的制备>

[0112] 采用厚度为7 μ m的聚乙烯薄膜(生产厂商:湖南中锂新材料有限公司)。

[0113] <电解液的制备>

[0114] 将碳酸乙烯酯(EC)与碳酸二乙酯(DEC)按照体积比3:7进行混合得到有机溶剂,接着将锂盐LiPF₆按照1mol/L的比例溶解于混合有机溶剂中得到基础电解液,基于上述基础电解液的质量,最后额外添加2wt %的氟代碳酸乙烯酯(FEC),配制得到电解液。

[0115] <锂离子电池的制备>

[0116] 将上述制备得到的负极极片、隔膜以及正极极片按顺序堆叠卷绕得到卷绕结构的电极组件。将电极组件置于铝塑膜包装袋中,将正极极耳和负极极耳分别转接焊焊接在铝片和铜片上并引出包装袋外,将电极组件干燥后注入电解液,经过真空封装、静置、化成、脱气、切边等工序得到锂离子电池。

[0117] 实施例1-2至实施例1-19

[0118] 除了按照表1调整制备参数以外,其余与实施例1-1相同。

[0119] 其中,实施例1-8至实施例1-10中,随着第一分子筛涂层的宽度变化,正极活性材料层的宽度分别为73.5mm、71mm、64mm。

[0120] 实施例2-1

[0121] <隔膜的制备>

[0122] 采用厚度为7 μ m的聚乙烯薄膜(生产厂商:湖南中锂新材料有限公司)。

[0123] 将分子筛MOR分子筛(生产厂商:上海源叶生物有限公司,型号:12445-20-4)和第一粘结剂聚甲基丙烯酸甲酯(重均分子量75000)按照质量比80:20进行混合,加入N-甲基吡咯烷酮(NMP)作为溶剂,在真空搅拌机作用下搅拌至固含量为72wt %且体系均匀的第二分子筛涂层浆料。其中,分子筛的比表面积为350m²/g、分子筛的孔径为0.6nm、分子筛的平均体积粒径Dv50=1 μ m。

[0124] 在上述聚乙烯薄膜与正极极片第一区域相对的一个表面上涂布第二分子筛涂层浆料,在100℃条件下烘干,得到单面涂布第二分子筛涂层的隔膜。之后,在聚乙烯薄膜与正极极片第一区域相对的另一个表面上重复以上步骤,得到双面涂布第二分子筛涂层的隔膜(如图7所示)。

[0125] 其中,第二分子筛涂层的厚度H₂₃=10 μ m。

[0126] <正极极片的制备>、<负极极片的制备>、<电解液的制备>、<锂离子电池的制备>与实施例1-1相同。

[0127] 实施例2-2至实施例2-7

[0128] 除了按照表3调整制备参数以外,其余与实施例2-1相同。

[0129] 实施例3-1

[0130] <正极极片的制备>

[0131] 将导电剂乙炔炭黑(生产厂商:焦作市和兴化学工业有限公司)和第二粘结剂PVDF(重均分子量755000)按照质量比30:70进行混合,加入去离子水作为溶剂,在真空搅拌机作用下搅拌至固含量为45wt%且体系均匀的导电层浆料。

[0132] 将正极浆料和第一分子筛涂层浆料分别均匀涂布在厚度为10 μ m的正极集流体铝箔的一个表面上,100℃条件下烘干,得到单面涂布正极活性材料层和第一分子筛涂层的正积极片,在第一分子筛涂层背离正极集流体的表面涂布导电层浆料,100℃条件下烘干,得到单面涂布正极活性材料层、第一分子筛涂层和导电层的正积极片。之后,在该铝箔的另一个表面上重复以上步骤,即得到双面涂布正极活性材料层、第一分子筛涂层和导电层的正积极片(如图9所示)。其中,第一分子筛涂层、导电层设置于正积极片的第一区域,正极活性材料层设置于正积极片的第二区域。冷压,再经裁片,得到规格为74mm $\times$ 1183mm正积极片待用。

[0133] 其中,第一分子筛涂层的宽度 $W_{13}=1\text{mm}$ 、厚度 $H_{13}=10\mu\text{m}$ 。导电层的厚度 $H_{15}=20\mu\text{m}$ 、宽度为1mm。正极活性材料层的厚度 $H_{14}=90\mu\text{m}$ 。

[0134] <负积极片的制备>、<隔膜的制备>、<电解液的制备>、<锂离子电池的制备>与实施例1-1相同。

[0135] 实施例3-2至实施例3-6

[0136] 除了按照表4调整制备参数以外,其余与实施例3-1相同。

[0137] 其中,基于导电层的质量,导电剂的质量百分含量变化时,第二粘结剂的质量百分含量随之变化,导电剂和第二粘结剂的质量百分含量之和为100%。

[0138] 实施例3-7

[0139] <正积极片的制备>与实施例3-1相同,<负积极片的制备>、<隔膜的制备>、<电解液的制备>、<锂离子电池的制备>与实施例2-1相同。

[0140] 对比例1

[0141] <正积极片的制备>

[0142] 将陶瓷颗粒勃姆石和陶瓷层粘结剂聚偏氟乙烯(PVDF,重均分子量755000)按照质量比95:5进行混合,加入去离子水作为溶剂,在真空搅拌机作用下搅拌至固含量为40wt%且体系均匀的陶瓷涂层浆料。其中,勃姆石的平均体积粒径 $D_{v50}=0.6\mu\text{m}$ 。

[0143] 将正极浆料和陶瓷涂层浆料分别均匀涂布在厚度为10 μ m的正极集流体铝箔的一个表面上,100℃条件下烘干,得到单面涂布正极活性材料层和陶瓷涂层的正积极片。之后,在该铝箔的另一个表面上重复以上步骤,即得到双面涂布正极活性材料层和陶瓷涂层的正积极片。其中,陶瓷涂层设置于正积极片的第一区域,正极活性材料层设置于正积极片的第二区域。100℃条件下烘干后冷压,再经裁片,得到规格为74mm $\times$ 1183mm正积极片待用。

[0144] 其中,陶瓷涂层的宽度为1mm、厚度为10 μ m。正极活性材料层的长度为1183mm,陶瓷涂层的长度为1183mm。

[0145] <负积极片的制备>、<隔膜的制备>、<电解液的制备>、<锂离子电池的制备>与实施例1-1相同。

[0146] 对比例2

[0147] 除了将陶瓷层粘结剂替换为第一粘结剂聚甲基丙烯酸甲酯(重均分子量75000)以外,其余与对比例1相同。

[0148] 对比例3和对比例4

[0149] 除了按照表1调整制备参数以外,其余与实施例1-1相同。

[0150] 各实施例和对比例的制备参数和性能参数如表1至表4所示。

[0151] 表1

[0152]

	分子筛的种类	W_{f1} (%)	W_{z1} (%)	分子筛的比表面积 (m^2/g)	分子筛的孔径 (nm)	分子筛 Dv50 (μm)	W_{13} (m)	H_{13} (μm)	第一分子筛涂层的孔隙率(%)
实施例 1-1	MOR 分子筛	90	10	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-2	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-3	MOR 分子筛	70	30	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-4	MOR 分子筛	50	50	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-5	MOR 分子筛	30	70	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-6	MOR 分子筛	20	80	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-7	MOR 分子筛	10	90	350	0.6	1	1	10	45
实施例 1-8	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	0.5	10	45
实施例 1-9	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	3	10	45
实施例 1-10	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	10	10	45
实施例 1-11	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	0.5	45
实施例 1-12	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	5	45
实施例 1-13	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	20	45

[0153]

实施例 1-14	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	30	45
实施例 1-15	MOR 分子筛	80	20	350	0.6	1	1	40	45
实施例 1-16	ZSM-22 分子筛	80	20	220	0.56	0.7	1	10	31
实施例 1-17	ZSM-5 分子筛	80	20	643	0.54	0.7	1	10	49
实施例 1-18	ITQ-24 分子筛	80	20	2000	5	0.1	1	10	60
实施例 1-19	SAPO-11 分子筛	80	20	342	45	2.7	1	10	35
对比例 1	\	\	\	\	\	\	\	\	\
对比例 2	\	\	\	\	\	\	\	\	\
对比例 3	MOR 分子筛	95	5	350	0.6	1	1	10	45
对比例 4	MOR 分子筛	5	95	350	0.6	1	1	10	45

[0154] 注:表1中的“\”表示无对应参数;表1中的“ W_{f1} ”表示基于第一分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量;表1中的“ W_{z1} ”表示基于第一分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量;对比例1和对比例2的区别是:对比例1的陶瓷涂层中的粘结剂为PVDF,对比例2的陶瓷涂层中的粘结剂为聚甲基丙烯酸甲酯。

[0155] 表2

[0156]

	粘接力 (N/m)	跌落通过 测试的个 数比例	膨胀率 (%)	300 圈析 锂情况	500 圈析 锂情况	700 圈析 锂情况	900 圈析 锂情况
实施例 1-1	11.0	2/5	15.4	不析锂	不析锂	轻微析锂	严重析锂
实施例 1-2	19.7	4/5	18.4	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-3	25.6	5/5	24.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-4	33.1	5/5	28.3	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-5	30.1	5/5	33.0	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-6	23.6	4/5	35.4	不析锂	不析锂	不析锂	轻微析锂
实施例 1-7	16.5	3/5	38.1	不析锂	不析锂	轻微析锂	轻微析锂
实施例 1-8	12.6	3/5	28.3	不析锂	不析锂	不析锂	轻微析锂
实施例 1-9	21.8	5/5	7.9	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-10	25.2	5/5	4.6	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-11	9.2	2/5	30.7	不析锂	不析锂	轻微析锂	严重析锂
实施例 1-12	16.8	4/5	26.7	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-13	27.6	4/5	12.4	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-14	33.7	4/5	8.3	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-15	39.1	4/5	7.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-16	11.8	4/5	25.8	不析锂	不析锂	轻微析锂	轻微析锂
实施例 1-17	27.6	5/5	12.3	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-18	39.4	5/5	4.7	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 1-19	18.9	5/5	24.3	不析锂	不析锂	不析锂	轻微析锂

[0157]

对比例 1	0.8	0/5	42.4	轻微析锂	严重析锂	严重析锂	严重析锂
对比例 2	1.1	0/5	45.4	轻微析锂	严重析锂	严重析锂	严重析锂
对比例 3	8.8	2/5	13.9	不析锂	轻微析锂	轻微析锂	严重析锂
对比例 4	16.6	0/5	39.9	不析锂	轻微析锂	轻微析锂	严重析锂

[0158] 从实施例1-1至实施例1-19、对比例1至对比例4可以看出,本申请实施例选用在第一区域中正极集流体的两个表面上设置有第一分子筛涂层,且第一分子筛涂层的中分子筛和第一粘结剂的含量处于本申请范围内的正极极片,其具有较高的粘接力,表明正极极片和隔膜之间具有较高的粘接力。将上述正极极片应用于二次电池中,与对比例1和对比例2相比,实施例1-1到实施例1-19的二次电池具有更高的跌落通过测试的个数比例、具有更少的析锂情况,表明二次电池的循环性能和跌落安全性能得到提高;同时其具有更低的膨胀率,表明二次电池发生胀气的风险更低,其存储性能得到改善。而对比例1和对比例2中,选用不含有第一分子筛涂层的正极极片,其具有极低的粘接力,采用该正极极片的二次电池,具有较低的跌落通过测试的个数比例和较严重的析锂情况,表明二次电池的循环性能和跌落安全性能较差。并且,对比例1和对比例2中的二次电池,具有较高的膨胀率,表明二次电池存在较高的胀气风险,其存储性能未能得到改善。对比例3中分子筛含量过高,粘结剂含量较少,无法充分使得正极极片和隔膜粘结,导致二者之间粘结力过低,跌落时容易造成失效,同时循环过程中正极极片和隔离膜的界面性能差,导致析锂;对比例4中粘结剂含量过高,分子筛含量过少,分子筛无法充分物理阻断跌落时正极集流体上毛刺、褶皱等刺破隔膜与负极活性物质接触,因此容易发生短路,同时由于分子筛含量过少,电池在高温下的存储时,无法充分吸收产生的气体,造成电池膨胀过大,储存性能差。

[0159] 分子筛和第一粘结剂在第一分子筛涂层中的质量百分含量通常会影响到二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-1至实施例1-7、对比例3和对比例4可以看出,选用分子筛和第一粘结剂在第一分子筛涂层中的质量百分含量处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。其中实施例1-1的分子筛含量较高,能吸收较多气体抑制电池膨胀,但粘结剂含量较少,粘结力较小,跌落测试性能不如实施例1-2至实施例1-6;实施例1-7的粘结剂含量较高,粘结力比实施例1-1大,但是由于分子筛较小,无法充分溶胀粘结剂,导致其粘结力不如实施例1-2至实施例1-6,同时无法吸收较多气体导致电池的膨胀率较大;实施例1-2至实施例1-6的电池综合性能要明显好于实施例1-1和实施例1-7。实施例1-3至实施例1-5,由于分子筛和粘结剂比例适当,分子筛涂层的粘结性更好,使得隔膜和活性物质层之间的界面性能更好,同时能充分发挥分子筛吸收气体的能力,电池的抗跌落性能、抗膨胀性能、防止析锂能力综合更优。

[0160] 第一分子筛涂层的宽度 W_{13} 通常会影响到二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-2、实施例1-8至实施例1-10可以看出,选用第一分子筛涂层的宽度 W_{13} 处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。其中实施例1-2、实施例1-9和实施例1-10的第一分子筛涂层宽度较宽,综合性能明显好于实施例1-8,但是实施例1-10的分子筛涂层宽度较大,会导致电池能量密度下降,因此并非优选方案。

[0161] 第一分子筛涂层的厚度 H_{13} 通常会影响到二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-2、实施例1-11至实施例1-15可以看出,选用第一分子筛涂层的厚度 H_{13} 处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。其中实施例1-2、实施例1-12至实施例1-15的第一分子筛涂层厚度较大,综合性能明显优于实施例1-11,但是实施例1-14和实施例1-15的分子筛涂层较厚,会导致电池能量密度下降,且未带来性能的进一步提升,因此并非优选方案。

[0162] 分子筛的种类、比表面积和孔径,以及第一分子筛涂层的孔隙率通常会影响到二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-2、实施例1-16至实施例1-19可以看出,选用分子筛的种类、比表面积和孔径,以及第一分子筛涂层的孔隙率处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0163] 表3

[0164]

	W_{f2} (%)	W_{z2} (%)	H_{23} (μ m)	第二分子筛涂层的孔隙率 (%)	粘接力 (N/m)	跌落通过测试的个数比例	膨胀率 (%)	300 圈析锂情况	500 圈析锂情况	700 圈析锂情况	900 圈析锂情况
实施例 1-2	\	\	10	45	19.7	4/5	18.4	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-1	80	20	10	45	30.1	5/5	10.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-2	50	50	10	45	36.6	5/5	15.7	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-3	20	80	10	45	45.9	5/5	11.7	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-4	80	20	0.5	45	22.9	5/5	17.6	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-5	80	20	5	45	27.8	5/5	14.4	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-6	80	20	10	30	26.7	5/5	19.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-7	80	20	10	60	32.9	5/5	15.5	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂

[0165] 注:表3中的“\”表示无对应参数;表3中的“ W_{f2} ”表示基于第二分子筛涂层的质量,分子筛的质量百分含量;表3中的“ W_{z2} ”表示基于第二分子筛涂层的质量,第一粘结剂的质量百分含量。

[0166] 从实施例1-2、实施2-1至实施例2-7可以看出,通过在隔膜与第一区域相对的表面上设置第二分子筛涂层,能够进一步增大正极极片与隔膜之间的粘接力,将隔膜应用于二次电池中,二次电池具有更高的跌落通过测试的个数比例、具有更少的析锂情况,表明二次电池的循环性能和跌落安全性能得到进一步提高。其具有更低的膨胀率,表明二次电池发生胀气的风险更低,其存储性能得到进一步改善。

[0167] 分子筛在第二分子筛涂层中的质量百分含量通常会影响二次电池的循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例2-1至实施例2-3可以看出,选用分子筛在第二分子筛涂层中的质量百分含量处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0168] 第二分子筛涂层的厚度 H_{23} 通常会影响二次电池的循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例2-1、实施例2-4和实施例2-5可以看出,选用第二分子筛涂层的厚度 H_{23} 处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0169] 第二分子筛涂层的孔隙率通常会影响二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例2-1、实施例2-6至实施例2-7可以看出,选用第二分子筛涂层的孔隙率处于本申请范围内的二次电池,其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0170] 表4

[0171]

	导电剂 的种类	W_d (%)	W_{z3} (%)	H_{15} (μ m)	粘接 力 (N/ m)	跌落通 过测试 的个数 比例	膨胀 率 (%)	300 圈 析锂情 况	500 圈 析锂情 况	700 圈 析锂情 况	900 圈 析锂情 况
实施例 1-2	\	\	\	\	19.7	4/5	18.4	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 2-1	\	\	\	\	30.1	5/5	10.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-1	乙炔 炭黑	30	70	10	19.5	4/5	19.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-2	乙炔 炭黑	5	95	10	20.3	5/5	18.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-3	乙炔 炭黑	70	30	10	19.1	3/5	18.1	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-4	乙炔 炭黑	30	70	0.5	20.5	4/5	17.0	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-5	乙炔 炭黑	30	70	29	18.4	3/5	18.3	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-6	多壁 碳纳 米管	30	70	20	19.3	4/5	17.6	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂
实施例 3-7	乙炔 炭黑	30	70	20	28.6	5/5	11.3	不析锂	不析锂	不析锂	不析锂

[0172] 注：表4中的“\”表示无对应参数；表4中的“ W_d ”表示基于导电层的质量，导电剂的质量百分含量；表4中的“ W_{z3} ”表示基于导电层的质量，第二粘结剂的质量百分含量；实施例3-1和实施例3-7的区别在于：实施例3-1的隔膜中未设置有第二分子筛涂层，实施例3-7的隔膜中设置有第二分子筛涂层。

[0173] 从实施例1-2和实施例3-1至实施例3-6、实施例2-1和实施例3-7可以看出，在第一分子筛涂层背离正极集流体的表面上设置导电剂和第二粘结剂处于本申请范围内的导电层，能够使二次电池在具有较高的跌落通过测试的个数比例和较低的膨胀率的情况下，进一步减少析锂情况，表明二次电池在具有良好的跌落安全性能和存储性能的情况下，进一步提高了循环性能。

[0174] 导电层中导电剂和第二粘结剂的质量百分含量通常会影响二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-2、实施例3-1至实施例3-3可以看出，选用导电层中导电剂和第二粘结剂的质量百分含量处于本申请范围内的二次电池，其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率，表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0175] 导电层的厚度 H_{15} 通常会影响二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例1-2、实施例3-1、实施例3-4和实施例3-5可以看出，选用导电层的厚度 H_{15} 处于本申请范围内的二次电池，其具有较高的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率，表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0176] 导电剂的种类通常会影响二次电池循环性能、跌落安全性能和存储性能。从实施例3-1、实施例3-6可以看出，选用导电剂的种类处于本申请范围内的二次电池，其具有较高

的跌落通过测试的个数比例、具有较少的析锂情况、较低的膨胀率,表明二次电池具有良好的循环性能、跌落安全性能和存储性能。

[0177] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0178] 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

[0179] 以上所述仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请保护的范围之内。

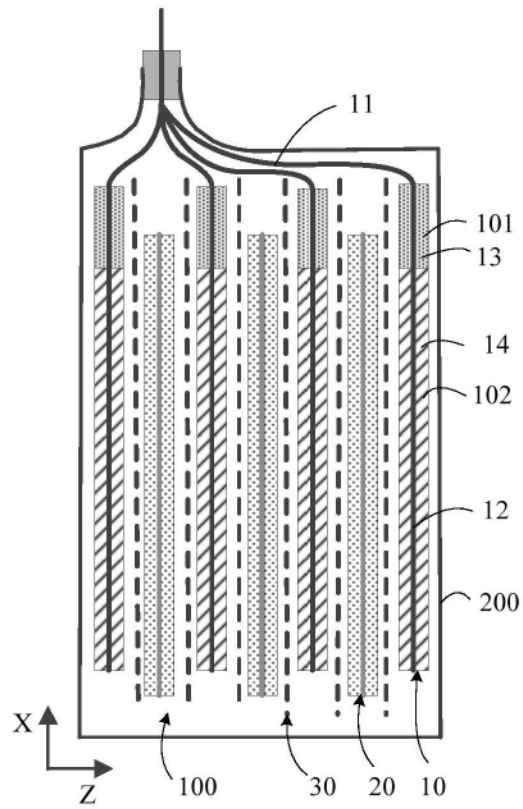


图1

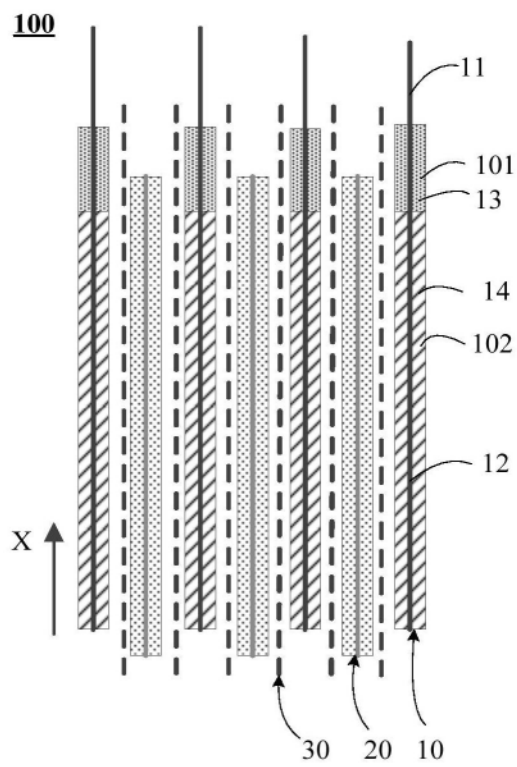


图2

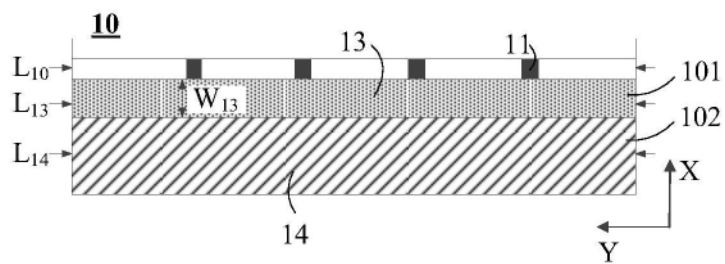


图3

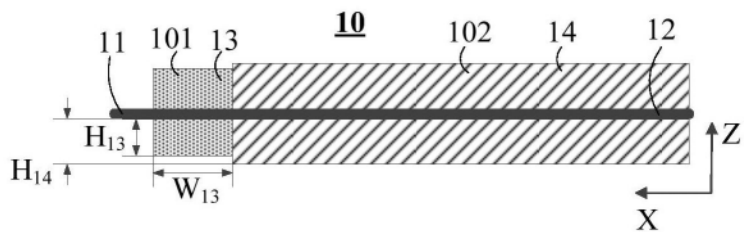


图4

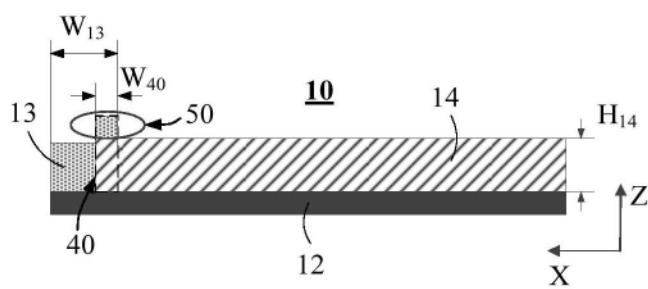


图5

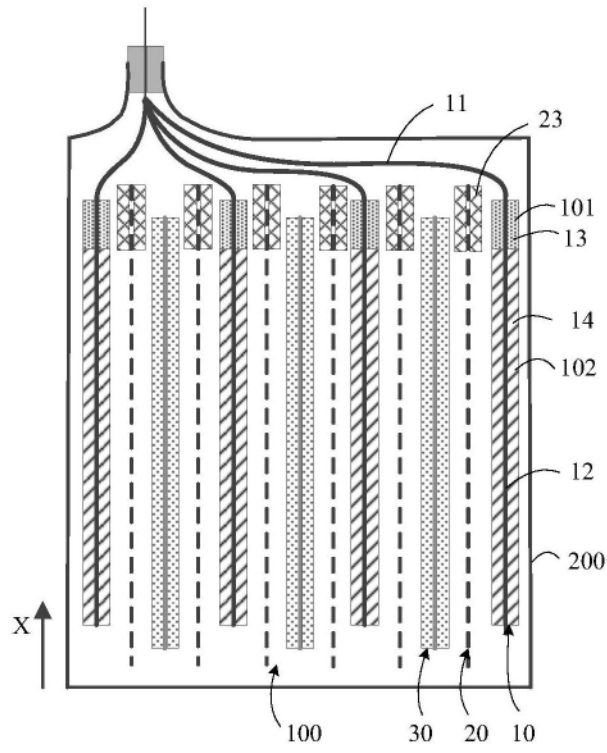


图6

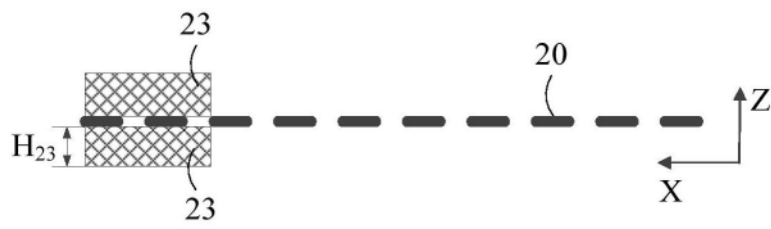


图7

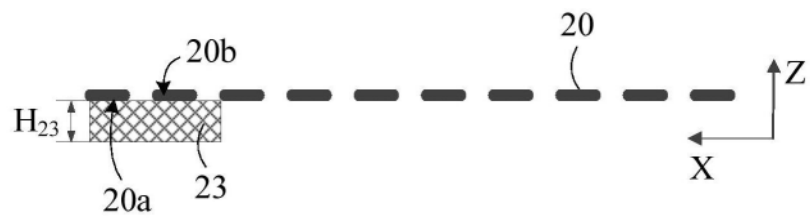


图8

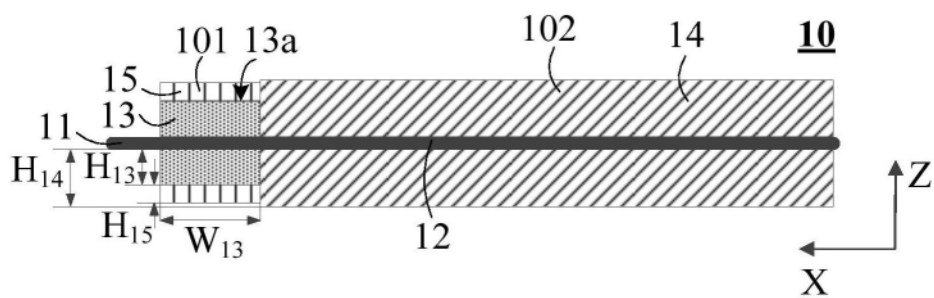


图9