



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106898720 B

(45)授权公告日 2020.02.14

(21)申请号 201710229730.2

H01M 10/42(2006.01)

(22)申请日 2017.04.10

H01M 10/0525(2010.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106898720 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(73)专利权人 中国乐凯集团有限公司

地址 071054 河北省保定市乐凯南大街6号

(72)发明人 高甲 安曼 胡素芳 赵义丽

赵伟建 程媛

(56)对比文件

CN 105633326 A,2016.06.01,

CN 104393219 A,2015.03.04,

US 2014017571 A1,2014.01.16,

CN 105633326 A,2016.06.01,

CN 104377330 A,2015.02.25,

审查员 苏佳

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所

有限公司 13108

代理人 李羨民 郭绍华

(51)Int.Cl.

H01M 2/14(2006.01)

H01M 2/16(2006.01)

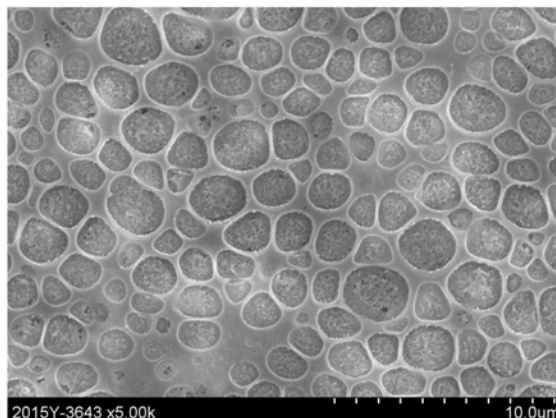
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种锂离子电池隔膜及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种锂离子电池隔膜,包括聚烯烃微孔膜和至少一面涂敷在聚烯烃微孔膜上的功能涂层,所述功能涂层由芳香族聚酰胺、凝胶聚合物、金属氢氧化物共同组成,且具有耐高温、抗燃烧、与电池极片易贴合等性能;所述锂离子电池隔膜熔断温度 $\geq 210^{\circ}\text{C}$,极限氧指数 $\geq 23\%$,在电池热压过程中,与电池极片贴合性好。本发明不仅制备方法简单,操作简便,同时还可以显著提高电池整体的使用稳定性。



1. 一种制备锂离子电池隔膜的方法,所述锂离子电池隔膜包括聚烯烃微孔膜和至少一面涂敷在聚烯烃微孔膜上的功能涂层,其特征在于,所述功能涂层为由芳香族聚酰胺、凝胶聚合物、金属氢氧化物共同组成的微孔结构,所述锂离子电池隔膜熔断温度 $\geq 210^{\circ}\text{C}$,极限氧指数 $\geq 23\%$;所述金属氢氧化物为粒径 $0.5\sim 1.2\mu\text{m}$ 的氢氧化铝或氢氧化镁;

制备按如下步骤进行:

a: 配置涂布液:将按质量配比的芳香族聚酰胺和凝胶聚合物分别溶解于溶剂中,然后将二者混合,混合均匀后加入金属氢氧化物,经高速剪切搅拌后得到固含量为 $10\%\sim 25\%$ 的涂布液;所述芳香族聚酰胺与凝胶聚合物的质量配比为: $90:10\sim 10:90$;所述芳香族聚酰胺与凝胶聚合物组成的有机物与金属氢氧化物的质量比为 $95:5\sim 20:80$;溶剂为N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺或N-甲基吡咯烷酮中的任意一种;

b: 涂布:以聚烯烃微孔膜为涂布基材,将步骤a中制备的涂布液涂敷在聚烯烃微孔膜一个或两个表面上,得到含有涂层的薄膜A;

c: 将薄膜A浸入到凝固浴中 $5\text{s}\sim 35\text{s}$,得到薄膜B,其中,凝固浴为水和有机溶剂组成的混合溶剂,所述有机溶剂为N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮、乙二醇、二甲基亚砷或无水乙醇中的一种或几种;

d: 将薄膜B浸入水中,停留 $5\text{s}\sim 35\text{s}$,去除薄膜表面的有机溶剂后,在 $30\sim 80^{\circ}\text{C}$ 下干燥,得到所述锂离子电池隔膜。

2. 根据权利要求1所述制备锂离子电池隔膜的方法,其特征在于,所述功能涂层的厚度为 $1\sim 5\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求2所述制备锂离子电池隔膜的方法,其特征在于,所述芳香族聚酰胺为数均分子量 $5\text{万}\sim 30\text{万}$ 的间位芳纶或对位芳纶。

4. 根据权利要求3所述制备锂离子电池隔膜的方法,其特征在于,所述凝胶聚合物为数均分子量 $10\text{万}\sim 30\text{万}$ 的聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯或聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物中的一种或几种。

5. 根据权利要求4所述制备锂离子电池隔膜的方法,其特征在于,所述聚烯烃微孔膜为聚乙烯膜、聚丙烯膜、聚乙烯-聚丙烯复合膜中的一种;所述聚烯烃微孔膜的厚度为 $5\sim 25\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求5所述制备锂离子电池隔膜的方法,其特征在于,所述步骤c中凝固浴中有机溶剂的含量占凝固浴总质量的 $20\%\sim 40\%$,其中任意一种有机溶剂的含量不超过凝固浴总质量的 30% 。

一种锂离子电池隔膜及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池技术领域,特别涉及一种锂离子电池隔膜及其制备方法。

背景技术

[0002] 作为锂离子电池四大材料之一的隔膜,尽管并不参与电池中的电化学反应,但却是锂离子电池中关键的内层组件。隔膜的主要功能是隔离正负极并阻止电子穿过,同时允许离子通过,从而完成在充放电过程中锂离子在正负极之间的快速传输。隔膜的性能决定了电池的界面结构、内阻等,直接影响电池的容量、循环以及安全性能等特性,性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。

[0003] 聚烯烃微孔膜由于具有优异的力学、化学稳定性和相对廉价的特点,在锂离子电池发展初期得到广泛应用,成为锂离子电池隔膜的主流方向。但材料属性限制了锂离子电池综合性能的进一步提升,影响了电池的安全性。单纯的有机材料或者陶瓷无机粒子改性隔膜,不能较为全面的提高隔膜的性能,而有机-无机复合改性隔膜作为新型功能材料恰好能够满足锂离子电池苛刻的使用要求。

[0004] 中国专利201410445356.6通过PP与PE复合,然后在复合基材表面依次涂布水性陶瓷浆料和水性PVDF浆料的方法得到热安全性高和保持电解液能力强的四层复合隔膜。中国专利201310497095.8则是在PP或PE隔膜外依次涂敷氧化物涂层、芳纶树脂涂层和PVDF-HEP共聚物层来提高隔膜的力学性能和耐热性能。虽然在聚烯烃微孔膜上涂敷耐热性树脂和陶瓷浆料的方法可以改善隔膜的安全性能,但出于阻燃性考虑还是相差很多。同时采用多次涂敷的方法,制作工艺相对复杂,成本较高,批次稳定性较差。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种芳香族聚酰胺、凝胶聚合物和金属氢氧化物共同改性的锂离子电池隔膜,用以解决目前隔膜耐热性差、阻燃性差且与电池极片贴合性差的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种锂离子电池隔膜,包括聚烯烃微孔膜和至少一面涂敷在聚烯烃微孔膜上的功能涂层,所述功能涂层为由芳香族聚酰胺、凝胶聚合物、金属氢氧化物共同组成的微孔结构,所述锂离子电池隔膜熔断温度 $\geq 210^{\circ}\text{C}$,极限氧指数 $\geq 23\%$ 。

[0008] 上述锂离子电池隔膜,所述功能涂层的厚度为 $1\sim 5\mu\text{m}$ 。

[0009] 上述锂离子电池隔膜,所述芳香族聚酰胺为数均分子量5万 \sim 30万的间位芳纶或对位芳纶。

[0010] 上述锂离子电池隔膜,所述凝胶聚合物为数均分子量10万 \sim 30万的聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、含氟聚合物中的一种或几种。

[0011] 上述锂离子电池隔膜,所述金属氢氧化物为粒径 $0.5\sim 1.2\mu\text{m}$ 的氢氧化铝或氢氧化镁。

[0012] 上述锂离子电池隔膜,所述聚烯烃微孔膜为聚乙烯膜、聚丙烯膜、聚乙烯-聚丙烯复合膜中的一种;所述聚烯烃微孔膜的厚度为5~25 μm 。

[0013] 上述锂离子电池隔膜的制备方法,包括如下步骤:

[0014] a:配置涂布液:将一定质量配比的芳香族聚酰胺和凝胶聚合物分别溶解于溶剂中,然后将二者混合,混合均匀后加入金属氢氧化物,经高速剪切搅拌后得到固含量为10%~25%的涂布液;所述芳香族聚酰胺与凝胶聚合物的质量配比为:90:10~10:90;所述芳香族聚酰胺与凝胶聚合物组成的有机物与金属氢氧化物的质量比为20:80~5:95;溶剂为N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮中的任意一种;

[0015] b:涂布:以聚烯烃微孔膜为涂布基材,将步骤1中制备的涂布液涂敷在聚烯烃微孔膜一个或两个表面上,得到含有涂层的薄膜A;

[0016] c:将薄膜A浸入到凝固浴中5s~35s,得到薄膜B,其中,凝固浴为水和有机溶剂组成的混合溶剂,所述有机溶剂为N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮、乙二醇、二甲基亚砷、无水乙醇中的一种或几种;

[0017] d:将薄膜B浸入水中,停留5s~35s,去除薄膜表面的有机溶剂后,在30~80 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥,得到所述锂离子电池隔膜。

[0018] 一种优选方案,所述步骤c中凝固浴有机溶剂的含量占总质量的20%~40%,其中任意一种有机溶剂的含量不超过凝固浴总质量的30%。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0020] (1)本发明中的锂离子电池隔膜的功能涂层中加入金属氢氧化物,金属氢氧化物在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 发生脱水反应,在生成氧化物的同时释放出结合水,吸收大量潜热,降低可燃物的表面温度,提高锂离子电池隔膜的阻燃功能。

[0021] (2)本发明中的锂离子电池隔膜的功能涂层由芳香族聚酰胺、金属氢氧化物和凝胶聚合物组成,在应用在电池中时,芳香族聚酰胺在温度达到350~450 $^{\circ}\text{C}$ 时不会融化;金属氢氧化物在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 发生脱水反应,在生成氧化物的同时释放出结合水,吸收大量潜热,降低可燃物的表面温度;凝胶聚合物可使隔膜与电极紧密贴合,提高隔膜的热稳定性;三者组合使用,得到的锂离子电池隔膜具备防止电池变形、高阻燃性,与电池极片良好的的贴合性以及提高电池整体的安全性。

[0022] (3)本发明中通过控制功能涂层的固含量、有机物含量和无机粒子含量,得到的锂离子电池隔膜且具有耐高温、抗燃烧、与电池极片易贴合等性能,所述锂离子电池隔膜熔断温度 $\geq 210^{\circ}\text{C}$,极限氧指数 $\geq 23\%$,在电池热压过程中,与电池极片贴合性好。

[0023] (4)本发明通过一次涂布造孔定型技术即可得到含有功能涂层的锂离子电池隔膜,与多次涂敷技术相比其制备方法简单,操作简便,批次稳定性好。

[0024] (5)本发明在多功能层的制备方法中,通过控制原料的加入顺序和含量配比,解决了金属氢氧化物是在油相中直接添加分散,不会发生水解反应的技术难题,实现了三者配成的浆料能够分散,且能够一次涂布得到成品的技术效果。

附图说明

[0025] 图1为本发明实施例1中功能涂层改性锂离子电池隔膜的SEM照片。

具体实施方式

[0026] 下面结合具体实施例对本发明做进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0027] 本发明的锂离子电池隔膜是由聚烯烃微孔膜基体材料,和在其单面或双面涂敷的功能涂层构成。

[0028] 一、聚烯烃微孔膜基体材料

[0029] 本发明所用聚烯烃微孔膜为聚乙烯膜、聚丙烯膜、聚乙烯-聚丙烯复合膜中的一种;聚烯烃微孔膜的厚度5~25 μm ,优选为7~20 μm ,更优选为9~12 μm 。

[0030] 二、功能涂层

[0031] 本发明所用芳香族聚酰胺为间位芳纶或对位芳纶;数均分子量为5万~30万,优选为15万~25万。芳香族胺耐高温,隔膜上使用芳香族聚酰胺,在温度达到350~450 $^{\circ}\text{C}$ 时聚酰胺还不会融化,保证电池正负极之间不会短路。

[0032] 本发明所用凝胶聚合物为聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、含氟聚合物中的一种或者任意组合;凝胶聚合物的数均分子量为10万~30万,优选为15万~20万。该凝胶聚合物有利于电解液浸润,在锂离子电池中能够迅速融合,使隔膜和极片能够紧密贴合,增强电池硬度,防止电池变形。

[0033] 本发明所用金属氢氧化物为氢氧化铝或氢氧化镁中的一种,优选为氢氧化镁;粒径范围为0.5~1.2 μm ,优选为0.7~1 μm 。金属氢氧化物在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 发生脱水反应,该反应为吸热反应,在生成氧化物的同时释放出结合水,吸收大量潜热,降低可燃物的表面温度,使锂离子电池隔膜具备阻燃功能。

[0034] 本发明中的锂离子电池隔膜的功能涂层通过芳香族聚酰胺、金属氢氧化物和凝胶聚合物的组合使用,通过分子量的优选和相互之间的含量匹配,充分发挥芳香族聚酰胺耐高温特性,在温度达到350~450 $^{\circ}\text{C}$ 时不会融化,可以提高隔膜的热稳定性;金属氢氧化物在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 发生脱水反应,该反应为吸热反应,在生成氧化物的同时释放出结合水,吸收大量潜热,降低可燃物的表面温度,可使锂离子电池隔膜具备阻燃功能;凝胶聚合物可使隔膜与电极紧密贴合,防止电池变形,所以芳香族聚酰胺、凝胶聚合物和金属氢氧化物三者复合使用不仅可以显著提高电池整体的安全性,同时还可以改善隔膜与电池极片的贴合性。本发明得到的锂离子电池隔膜熔断温度 $\geq 210^{\circ}\text{C}$,极限氧指数 $\geq 23\%$,在电池热压过程中,与电池极片贴合性好。

[0035] 三、功能涂层改性锂离子电池隔膜的制备方法

[0036] 本发明采用湿式涂布法制备功能涂层改性锂离子电池隔膜,湿式涂布法是制备多微孔膜或多微孔涂层公知的方法。

[0037] (1) 将一定质量配比的芳香族聚酰胺和凝胶聚合物分别溶解于溶剂中,然后将二者混合,混合均匀后加入金属氢氧化物,经高速剪切搅拌后得到涂布液。其中,所述涂布液的固含量为10%~25%。

[0038] (2) 以聚烯烃微孔膜为涂布基材,将步骤1中制备的涂布液涂敷在聚烯烃微孔膜表面上,得到含有多功能涂层的薄膜A。

[0039] 将涂布液涂布在聚烯烃微孔膜表面的方法,只要是能够实现所需的涂层厚度、涂布均匀性则无特别限定。可选的方法有:凹版涂布法、微凹版涂布法、逆转辊涂布法、转印辊

涂布法、浸涂法、棒涂法、挤压涂布法、丝网印刷、喷涂法等。

[0040] 涂布液可以涂布到聚烯烃微孔膜的单面或双面,优选涂敷到聚烯烃微孔膜的双面。

[0041] (3)将薄膜A浸入到凝固浴中5s~35s,得到薄膜B。其中,凝固浴为水和选自N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮、乙二醇、二甲基亚砷、无水乙醇中的一种或几种组成的混合溶剂。

[0042] 将薄膜B浸入水中,停留5s~35s,去除薄膜表面的有机溶剂后,在30~80℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0043] 其中步骤(1)中芳香族聚酰胺和凝胶聚合物的质量配比为90:10~10:90;无机颗粒(金属氢氧化物)与有机物(芳香族聚酰胺与凝胶聚合物)的质量配比为:5:95~80:20。

[0044] 其中步骤(1)中溶剂为N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺、N-甲基吡咯烷酮中的任意一种。

[0045] 其中步骤(3)中所述锂离子电池隔膜功能涂层的厚度为1~5μm。此厚度指的是涂层的总厚度,若为双面涂布时,指的是双面干涂层的总厚度在此范围内。若干涂层厚度过大,容易导致透气值增加率过高,以及化工成本的浪费。

[0046] 本发明中所述功能涂层干膜为由芳香族聚酰胺、凝胶聚合物、金属氢氧化物共同组成,通过一次涂布造孔定型技术即可得到含有功能涂层的锂离子电池隔膜,与多次涂敷技术相比其制备方法简单,操作简便,批次稳定性好。该涂层干膜具有低增加率的透气值和分布均匀的孔径。

[0047] 本发明中的涂层涂布液的固含量为10%~25%,适宜涂布,及形成厚度为1~5μm厚的干涂层。本发明中干涂层厚度为1~5μm。

[0048] 结合上述内容,本发明提供了以下优选实施例,主要的技术参数列于表1中,详细说明如下:

[0049] 实施例1

[0050] (1)将90克分子量为20万的间位芳纶和10克分子量为15万的PVDF分别溶解于473.67克DMAc中,然后将二者混合,混合均匀后加入5.26克氢氧化镁,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为10%,无机粒子与有机物质量配比为5:95。

[0051] (2)采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为9μm的PE基膜表面,得到双面涂布薄膜A。

[0052] (3)将薄膜A浸入到水:EG:DMAc为80:15:5的凝固浴中10s,得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0053] (4)将薄膜B浸入水中,停留15s,去除薄膜表面的有机溶剂后,70℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0054] 隔膜涂层的SEM照片见图1,隔膜的技术指标和性能测试数据见表1。

[0055] 实施例2

[0056] (1)将40克分子量为30万的间位芳纶和60克分子量为15万的PVDF分别溶解于583.33克DMF中,然后将二者混合,混合均匀后加入400克氢氧化镁,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为30%,无机粒子与有机物质量配比为80:20。

[0057] (2)采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为9μm的PE基膜表面,得到双面涂布薄

膜A。

[0058] (3) 将薄膜A浸入到水:EG:DMAc为60:25:15的凝固浴中10s,得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0059] (4) 将薄膜B浸入水中,停留15s,去除薄膜表面的有机溶剂后,70℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0060] 实施例3

[0061] (1) 将10克分子量为15万的对位芳纶和90克分子量为10万的PVDF分别溶解于300克DMAc中,然后将二者混合,混合均匀后加入100克氢氧化铝,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为25%,无机粒子与有机物质量配比为50:50。

[0062] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为5 μ m的PE基膜表面,得到单面涂布薄膜A。

[0063] (3) 将薄膜A浸入到水:EG为70:30的凝固浴中15s,得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0064] (4) 将薄膜B浸入水中,停留20s,去除薄膜表面的有机溶剂后,75℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0065] 实施例4

[0066] (1) 将50克分子量为5万的间位芳纶和50克分子量为20万的PVDF分别溶解于214.29克DMF中,然后将二者混合,混合均匀后加入42.86克氢氧化镁,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为25%,无机粒子与有机物质量配比为30:70。

[0067] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为12 μ m的PE基膜表面,得到单面涂布薄膜A。

[0068] (3) 将薄膜A浸入到水:EG:EtOH为65:20:15的凝固浴中15s,得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0069] (4) 将薄膜B浸入水中,停留15s,去除薄膜表面的有机溶剂后,70℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0070] 实施例5

[0071] (1) 将75克分子量为25万的间位芳纶和25克分子量为25万的PVDF分别溶解于250克DMAc中,然后将二者混合,混合均匀后加入25克氢氧化镁,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为20%,无机粒子与有机物质量配比为20:80。

[0072] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为20 μ m的PP基膜表面,得到双面涂布薄膜A。

[0073] (3) 将薄膜A浸入到水:EtOH为75:25的凝固浴中10s,得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0074] (4) 将薄膜B浸入水中,停留10s,去除薄膜表面的有机溶剂后,60℃下干燥,得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0075] 实施例6

[0076] (1) 将80克分子量为10万的间位芳纶和20克分子量为17万的PVDF分别溶解于566.66克NMP中,然后将二者混合,混合均匀后加入100克氢氧化铝,经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为15%,无机粒子与有机物质量配比为50:50。

[0077] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为25 μm 的PP/PE/PP复合三层膜表面，得到双面涂布薄膜A。

[0078] (3) 将薄膜A浸入到水:NMP:EtOH为80:15:5的凝固浴中15s，得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0079] (4) 将薄膜B浸入水中，停留15s，去除薄膜表面的有机溶剂后，70 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥，得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0080] 对比例1

[0081] (1) 将100克分子量为15万的PVDF溶解于1800克DMAc中，然后加入100克氢氧化镁，经高速剪切搅拌后得到涂布液。此时涂布液的固含量为10%，无机粒子与有机物质质量配比为50:50。

[0082] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为9 μm 的PE基膜表面，得到单面涂布薄膜A。

[0083] (3) 将薄膜A浸入到水:EG:EtOH为60:15:25的凝固浴中20s，得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0084] (4) 将薄膜B浸入水中，停留15s，去除薄膜表面的有机溶剂后，65 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥，得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0085] 对比例2

[0086] (1) 将100克分子量为20万的间位芳纶溶解于900克DMAc中得到涂布液，此时涂布液的固含量为10%。

[0087] (2) 采用微凹版涂布法将涂布液涂布在厚度为9 μm 的PE基膜表面，得到单面涂布薄膜A。

[0088] (3) 将薄膜A浸入到水:EG:DMAc为70:15:15的凝固浴中10s，得到含有微孔结构涂层的薄膜B。

[0089] (4) 将薄膜B浸入水中，停留15s，去除薄膜表面的有机溶剂后，70 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥，得到所述含有功能涂层的锂离子电池隔膜。

[0090] 以上所述，仅为本发明最佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0091] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

[0092] 表1

项目		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	对比例 1	对比例 2	对比例	
[0093] 涂布液	芳香族 聚酰胺	类型	间位芳纶	间位芳纶	对位芳纶	间位芳纶	间位芳纶	间位芳纶	/	间位芳纶	/
		加入量(g)	90	40	10	50	75	80	/	100	/
		分子量 (万)	20	30	15	5	25	10	/	20	/
	凝胶聚 合物	类型	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	/	/
		加入量(g)	10	60	90	50	25	20	100	/	/
		分子量	15	15	10	20	25	17	15	/	/

[0094]

		(万)									
金属氢氧化物	类型	氢氧化镁	氢氧化镁	氢氧化铝	氢氧化镁	氢氧化镁	氢氧化铝	氢氧化镁	/	/	
	加入量 (g)	5.26	400	100	42.86	25	100	100	/	/	
	平均粒径 (μm)	0.95	0.95	0.67	0.75	1.12	0.87	0.90	/	/	
	无机与有机配比		5:95	80:20	50:50	30:70	20:80	50:50	50:50	/	/
	固含量 (%)		10	30	25	25	20	15	10	10	/
	溶剂 I	类型	DMAc	DMF	DMAc	DMF	DMAc	NMP	DMAc	DMAc	/
加入量 (g)		947.34	1166.67	600	428.58	500	1133.33	1800	900	/	
凝固浴 II	类型	水: EG: DMAc	水: EG: DMAc	水: EG	水: EG: EtOH	水: EtOH	水: NMP: EtOH	水: EG: EtOH	水: EG: EtOH	/	
	比例	80:15:5	60:25:15	70:30	65:20:15	75:25	80:15:5	60:15:25	70:15:15	/	
聚烯烃微孔膜	结构	PE 单层	PE 单层	PE 单层	PE 单层	PP 单层	PP/PE/PP 三层	PE 单层	PE 单层	PE 单层	
	厚度 (μm)	9	9	5	12	20	25	9	9	12	
功能涂层改性	涂工面	双面	双面	单面	单面	双面	双面	单面	单面	/	
	涂层厚度 (μm)	2+2	2+2	1	3	1+1	2+2	4	5	/	
	熔断温度 (°C)	220	215	227	220	210	230	180	200	150	
锂离子电池隔膜	极限氧指数 (%)	23.0	23.5	23.0	23.5	23.0	23.0	22.5	17.8	收缩严重无法测定	
	与极片贴合性	良	优	优	优	良	良	优	差	差	

[0095] 注:涂层厚度2+2为双面涂,每面厚度为2微米。

[0096] 从上表可以看出,采用本发明的技术方案,得到的隔膜的极限氧指数高达23%以上,说明阻燃性性能效果明显。

[0097] 表中各项性能的测试方法如下:

[0098] 1、厚度:按照GB/T 6672-2001方法测试

[0099] 2、熔断温度:按照GB/T19466-2004方法测试

[0100] 3、极限氧指数:按照JIS-K7201-3:2008方法测试。

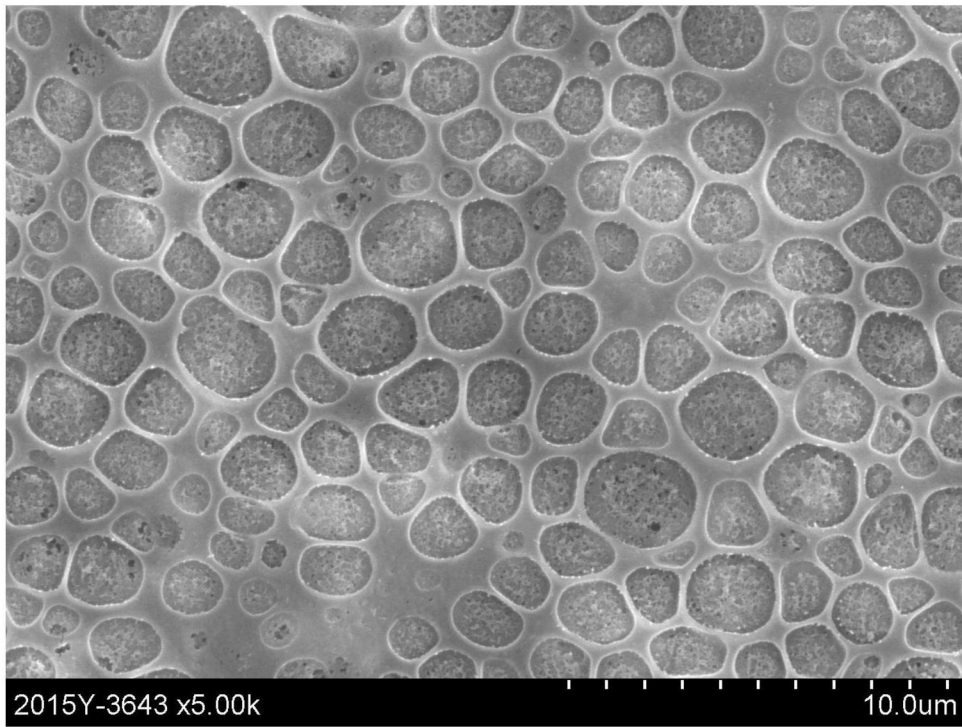


图1