



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112640196 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202080004736.X

(22) 申请日 2020.04.29

(30) 优先权数据

10-2019-0054535 2019.05.09 KR

10-2020-0051771 2020.04.28 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.02.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2020/005813 2020.04.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/226370 KO 2020.11.12

(71) 申请人 株式会社LG化学

地址 韩国首尔

(72) 发明人 金明洙 权慧珍 尹秀珍

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国

(51) Int.Cl.

H01M 50/417 (2021.01)

H01M 50/423 (2021.01)

H01M 50/403 (2021.01)

H01M 50/449 (2021.01)

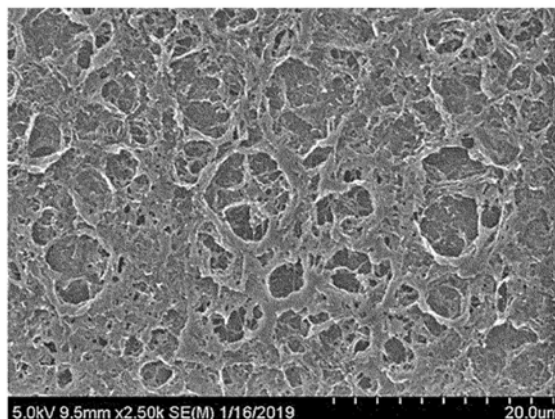
权利要求书1页 说明书14页 附图1页

(54) 发明名称

用于电化学装置的隔板和包括该隔板的电化学装置

(57) 摘要

披露了一种用于电化学装置的隔板以及包括该隔板的电化学装置。所述隔板包括多孔聚合物基板和设置在所述多孔聚合物基板的至少一个表面上的耐热涂层，其中所述耐热涂层是在其中形成有孔的多孔聚合物层，并且包括聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物和PVDF基聚合物。



1. 一种用于电化学装置的隔板,包括:多孔聚合物基板;和在所述多孔聚合物基板的至少一个表面上形成的耐热涂层,其中所述耐热涂层包括含PVDF基聚合物和聚乙烯吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone,PVP)基聚合物的树脂组合物,其中所述PVP基聚合物的含量为基于100重量%的所述树脂组合物的5重量%至40重量%,所述PVP基聚合物的分子量(Mw)为900,000g/mol或更大,所述树脂组合物以1g/cm²或更高的负载量负载在所述多孔聚合物基板的表面上,并且所述隔板的透气性为900s/100cc或更低。

2. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述耐热涂层的厚度为0.5μm至5.0μm。

3. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述耐热涂层包括含PVDF基聚合物和聚乙烯吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone)基聚合物的树脂组合物,并且所述树脂组合物以90重量%或更大、优选99重量%或更大的量存在于所述耐热涂层中。

4. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVDF基聚合物包括偏二氟乙烯均聚物、PVDF-HFP、PVDF-CTFE、或它们中的两者或更多者。

5. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物包括N-乙基吡咯烷酮均聚物和N-乙基吡咯烷酮与能够自由基共聚的另外的共单体的共聚物中的至少一者,并且所述共聚物的N-乙基吡咯烷酮的含量为60重量%或更大。

6. 根据权利要求5所述的用于电化学装置的隔板,其中所述共单体包括丙烯酰胺、丙烯酰胺衍生物、丙烯酸酯、丙烯酸酯衍生物、或它们中的两者或更多者。

7. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVDF基聚合物包括分子量(Mw)为10,000至1,000,000的PVDF-HFP。

8. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVDF基聚合物包括HFP的取代率为0.1重量%至25重量%的PVDF-HFP。

9. 根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的堆积密度(packing density)为0.1g/m³至0.6g/m³。

10. 根据权利要求9所述的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的堆积密度(packing density)为0.2g/m³至0.5g/m³。

11. 一种制造根据权利要求1所述的用于电化学装置的隔板的方法,包括以下步骤:制备包含树脂组合物和分散介质的聚合物溶液,所述树脂组合物包括PVDF基聚合物和PVP基聚合物;将所述聚合物溶液施加到多孔聚合物基板的表面上,然后在加湿条件下进行干燥,其中所述分散介质将溶剂和非溶剂包括至所述树脂组合物,并且所述聚合物溶液包括浓度小于20重量%的所述树脂组合物。

12. 根据权利要求11所述的制造用于电化学装置的隔板的方法,其中基于100摩尔%所述分散介质,所述分散介质包括浓度为20摩尔%或更小的非溶剂。

用于电化学装置的隔板和包括该隔板的电化学装置

技术领域

[0001] 本申请要求于2019年5月9日在韩国提交的韩国专利申请第10-2019-0054535号和于2020年4月28日在韩国提交的韩国专利申请第10-2020-0051771号的优先权。本公开内容涉及一种用于电化学装置的隔板和包括该隔板的电化学装置。

背景技术

[0002] 近来,电化学装置在确保其安全性方面受到越来越多的关注。特别地,诸如锂二次电池之类的二次电池具有包括正极、负极和隔板的电极组件。这样的电极组件可被制造成具有其中隔板插置在正极和负极之间的结构。

[0003] 尽管许多生产公司已生产这些电化学装置,但其安全性特性表现出不同的迹象。评估并确保这些电化学装置的安全性是非常重要的。最重要的考虑在于电化学装置不应当在它们发生故障时损害使用者。出于这一目的,安全性标准严格地控制电化学装置中的着火和排烟。对于电化学装置的安全性特性,极其关注当电化学装置过热而导致隔板的热失控或穿孔时的爆炸。特别是,在100°C或更高的温度下,常规用作用于电化学装置的隔板的聚烯烃基多孔基板因它的材料性质和在其制造工艺期间包括取向在内的特性而表现出严重的热收缩行为,由此导致正极和负极之间的短路。

[0004] 为了解决上述电化学装置的安全性问题,已经提出了一种包括通过将过量的无机颗粒与粘合剂树脂的混合物涂覆在具有多个孔的多孔基板的至少一个表面上而形成的多孔涂层的隔板。由于多孔涂层中包含的无机颗粒具有高的耐热性,因此即使在电化学装置过热的情况下,也可以维持正极和负极之间的电绝缘,从而防止短路。

[0005] 用于形成这种多孔涂层的工艺包括如下几个步骤:将聚合物树脂与溶剂混合以制备聚合物溶液;将无机颗粒引入到聚合物溶液中并将无机颗粒均匀地分散在浆料中;将浆料研磨以将无机颗粒控制到预定尺寸;或类似的步骤。在该工艺中,将无机颗粒分散和研磨需要花费很长时间,这会导致该工艺延时。

[0006] 在这些情况下,需要开发一种显示出高加工效率并且与包含无机颗粒的隔板的品质具有相似品质的隔板。

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 本公开旨在提供一种显示出高加工效率的隔板。本公开还旨在提供一种具有小的厚度和高的耐热性/稳定性的隔板。本公开内容的这些和其他目的和优点可以通过以下详细描述来理解,并且将从本公开内容的示例性实施方式变得更加显而易见。此外,将容易理解的是,本公开内容的目的和优点可通过所附权利要求中示出的手段及其组合来实现。

[0009] 技术方案

[0010] 本公开内容旨在解决现有技术的问题。根据本公开内容的实施方式,提供一种用于电化学装置的隔板,包括:多孔聚合物基板;和在所述多孔聚合物基板的至少一个表面上

形成的耐热涂层,其中所述耐热涂层包括含PVDF基聚合物和聚乙烯基吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone,PVP)基聚合物的树脂组合物,其中所述PVP基聚合物的含量为基于100重量%的所述树脂组合物的5重量%至40重量%,所述PVP基聚合物的分子量(Mw)为900,000g/mol或更大,所述树脂组合物以1g/cm²或更高的负载量负载在所述多孔聚合物基板的表面上,并且所述隔板的透气性为900s/100cc或更低

[0011] 根据本公开内容的第二实施方式,提供如在第一实施方式中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述耐热涂层的厚度为0.5μm至5.0μm。

[0012] 根据本公开内容的第三实施方式,提供如在第一或第二实施方式中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述耐热涂层包括含PVDF基聚合物和聚乙烯基吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone)基聚合物的树脂组合物,并且所述树脂组合物以90重量%或更大、优选99重量%或更大的量存在于所述耐热涂层中。

[0013] 根据本公开内容的第四实施方式,提供如在第一至第三实施方式的任一项中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVDF基聚合物包括偏二氟乙烯均聚物、PVDF-HFP、PVDF-CTFE、或它们中的两者或更多者。

[0014] 根据本公开内容的第五实施方式,提供如在第一至第四实施方式的任一项中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物包括N-乙基吡咯烷酮均聚物和N-乙基吡咯烷酮与能够自由基共聚的另外的共单体的共聚物中的至少一者,并且所述共聚物的N-乙基吡咯烷酮的含量为60重量%或更大。

[0015] 根据本公开内容的第六实施方式,提供如在第五实施方式中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述另外的共单体包括丙烯酰胺、丙烯酰胺衍生物、丙烯酸酯、丙烯酸酯衍生物、或它们中的两者或更多者。

[0016] 根据本公开内容的第七实施方式,提供如在第一至第六实施方式的任一项中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的玻璃化转变温度(Tg)为150°C或更高。

[0017] 根据本公开内容的第八实施方案,提供如第一至第七实施方式的任一项中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的熔点(Tm)为380°C或更高。

[0018] 根据本公开内容的第九实施方式,提供如在第一至第八实施方式的任一项中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的堆积密度(packing density)为0.1g/m³至0.6g/m³。

[0019] 根据本公开内容的第十实施方式,提供如在第九实施方式中所限定的用于电化学装置的隔板,其中所述PVP基聚合物的堆积密度(packing density)为0.2g/m³至0.5g/m³。

[0020] 根据本公开内容的第十一实施方式,提供一种制造上述隔板的方法,包括以下步骤:制备包含树脂组合物和分散介质的聚合物溶液,所述树脂组合物包括PVDF基聚合物和PVP基聚合物;将所述聚合物溶液施加到多孔聚合物基板的表面上,然后在加湿条件下进行干燥,其中所述分散介质将溶剂和非溶剂包括至所述树脂组合物,并且所述聚合物溶液包括浓度小于20重量%的所述树脂组合物。

[0021] 根据本公开内容的第十二实施方式,提供如在第十一实施方式中所限定的方法,其中基于100摩尔%所述分散介质,所述分散介质包括浓度为20摩尔%或更小的非溶剂。

[0022] 有益效果

[0023] 根据本公开内容的实施方式的隔板具有包括聚乙烯基吡咯烷酮的耐热层,因此具有优异的耐热性/稳定性以及较小的厚度。此外,根据本公开内容的用于制造隔板的方法不包括将无机颗粒分散或研磨的步骤,因此减少了制造隔板所需的时间,从而提供了改进的加工效率。

附图说明

[0024] 附图示出了本公开内容的优选实施方式,并与前述公开内容一起用于提供对本公开内容的技术特征的进一步理解,因此,本公开内容不应被解释为限于附图。

[0025] 图1示出根据实施例1获得的隔板的表面的扫描电子显微镜 (SEM) 图像。

具体实施方式

[0026] 在下文中,将参照随附的附图详细地描述本公开内容的优选实施方式。在描述之前,应理解的是,说明书和随附的权利要求书中使用的术语不应被解释为受限于通用含义和词典含义,而是应当在允许发明人为了最佳解释适当定义术语的原则的基础上基于对应本公开内容的技术方面的含义和概念进行解读。因此,本文中提出的描述只是仅出于图解目的的优选示例,而非意在限制该公开内容的范围,因此应理解的是,在不背离本公开内容的范围的情况下,可做出其他等同替换和修改。

[0027] 在整个说明书中,表述“一部件‘包括’一个元件”并未排除任何额外的元件的存在,而是意味着该部件可进一步包括其他元件。

[0028] 如本文所用,术语“大约”、“实质上”等在提出对所述含义特有的可接受的制备和材料误差时被用于表示与所述数值相邻的含义,并且用于防止不道德的侵权者不适当地使用所述为帮助理解本公开内容而提供的包括准确数值或绝对数值的公开内容的目的。

[0029] 如本文所用,表述“A和/或B”是指“A、B、或者它们两者”。

[0030] 在以下描述中使用的特定术语是用于说明性目的,而不是限制性的。诸如“右”、“左”、“顶表面”和“底表面”之类的术语显示了它们在附图中所指的方向。诸如“向内”和“向外”之类的术语分别表示朝向相应设备、系统及其构件的几何中心的方向以及远离该中心的方向。“前”、“后”、“顶部”和“底部”以及相关的词语和表达方式显示了它们在附图中所指的位置和点,而不应是限制性的。这样的术语包括上面列出的词语、其派生词以及具有相似含义的词语。

[0031] 本公开内容涉及用于电化学装置的隔板和包括该隔板的电化学装置。

[0032] 根据本公开内容的实施方式,电化学装置是指通过电化学反应将化学能转化为电能的装置,并且具有涵盖一次电池和二次电池 (Secondary Battery) 的概念。此外,二次电池是可充电电池,并且具有涵盖锂离子电池、镍镉电池、镍金属氢化物电池等的概念。根据本公开内容的实施方式,用于电化学装置的隔板用作使在电化学装置中彼此具有相反极性的电极电绝缘的绝缘膜。例如,隔板是包括正极、负极和隔板的单元电池 (unit cell) 的结构元件。

[0033] 在下文中,将更详细地说明根据本公开内容的隔板的构造。

[0034] 根据本公开内容的实施方式,所述隔板包括多孔聚合物基板和设置在所述多孔聚合物基板的至少一个表面的耐热涂层,其中所述耐热涂层是在其中形成有孔的多孔聚合物

膜,并且包括聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物和PVDF基聚合物。

[0035] 多孔基板是指在中断负极与正极之间的电接触的同时,允许离子穿过并且具有形成在其中的多个孔的多孔离子传导屏障(porous ion-conducting barrier)。这些孔相互连接,使得气体或液体可以从基板的一个表面到达基板的另一表面。形成多孔基板的材料可以是具有电绝缘特性的任何有机材料或无机材料。特别地,考虑到赋予基板关闭功能,优选地使用热塑性树脂作为形成基板材料。在本文中,术语“关闭功能”是指当电池温度升高时,通过使热塑性树脂熔融以使得多孔基板的孔可以被封闭并且离子传导可以被中断来防止电池热失控的功能。作为热塑性树脂,熔点低于200℃的热塑性树脂是合适的,聚烯烃是特别优选的。

[0036] 除了聚烯烃之外,热塑性树脂可包括选自聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚缩醛、聚酰胺、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚醚砜、聚苯醚、聚苯硫醚、和聚萘二甲酸乙二醇酯中的至少一种聚合物树脂。多孔基板可包括无纺网、多孔聚合物膜、或者它们的两层或更多层的层压体,但不限于此。

[0037] 特别地,多孔聚合物基板可以是以下a)至e)中的任何一者:

[0038] a) 通过熔融和挤出聚合物树脂形成的多孔膜;

[0039] b) 通过堆叠两层或更多层a)的多孔膜而形成的多层膜;

[0040] c) 通过整合由熔融/纺丝聚合物树脂获得的细丝而形成的无纺网;

[0041] d) 通过堆叠两层或更多层c)的无纺网而形成的多层膜;和

[0042] e) 具有包括a)至d)中的两者或者更多者的多层结构的多孔复合膜。

[0043] 根据本公开内容,多孔聚合物基板的厚度优选地为3 μm 至12 μm 、或5 μm 至12 μm 。当厚度小于上述范围时,无法获得足够的传导屏障功能。另一方面,当厚度大于上述范围(即,多孔聚合物基板过厚)时,隔板可能显示出过度增加的电阻。

[0044] 根据本公开内容的实施方式,聚烯烃的重均分子量(M_w , g/mol)优选地为100,000至5,000,000。当重均分子量小于100,000时,难以确保足够的动态物理性能。此外,当重均分子量大于5,000,000时,关闭特性可能变差或者可能难以成型。此外,就提高生产率而言,多孔聚合物基板的穿刺强度可以为300gf或更大。

[0045] 根据本公开内容,术语“分子量”是指重均分子量(M_w)。根据本公开内容的实施方式,分子量(M_w)可以通过使用凝胶渗透色谱法(GPC)来确定。例如,将200mg待确定分子量的化合物稀释在200mL诸如四氢呋喃(Tetrahydrofuran, THF)的溶剂中以制备约1000ppm的样品,然后可通过使用Agilent 1200系列GPC仪器以1mL/min的流速通过折射率(RI)检测器来确定分子量

[0046] 多孔聚合物基板的穿刺强度是指在针尖曲率半径为0.5mm、穿刺速率为2mm/sec的条件下,使用Kato tech KES-G5手持式压缩测试仪进行穿刺测试所测得的最高穿刺负荷(gf)。

[0047] 根据本公开内容的实施方式,多孔聚合物基板可以是任何多孔聚合物基板,只要其是用于电化学装置的平面多孔聚合物基板即可。例如,可以使用表现出高离子渗透性和机械强度并且通常具有10nm至100nm的孔径和5 μm 至12 μm 的厚度的绝缘薄膜。

[0048] 根据本公开内容,耐热涂层可以形成在多孔聚合物基板的至少一个表面上,并且包括聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物和PVDF基聚合物。

[0049] 耐热涂层是具有多个微孔的多孔层。在耐热涂层中,微孔与与其相邻的一个或多个孔相互连接,并具有多孔结构以使得气体或液体可以从一个表面传递到另一表面。

[0050] 根据本公开内容的实施方式,耐热涂层的微孔可源自耐热涂层的形成期间进行的粘合剂树脂的加湿相分离。根据本公开内容的实施方式,可以在耐热涂层中形成直径范围从几纳米到几十纳米的各种尺寸的孔。孔径可以通过扫描电子显微镜(SEM)图像的图像分析来计算。当孔径过小时,由于粘合剂树脂在耐热涂层中的溶胀,可能容易堵塞孔。当孔径过大时,所得的隔板很难起到绝缘膜的作用,并且使用该隔板的二次电池表现出自放电特性劣化的问题。因此,考虑到这些,优选将孔径控制在适当的水平。在后述的加湿相分离工序中,通过适当地选择和用于耐热涂层的材料、温度、湿度、溶剂、非溶剂、或类似者,可以将孔径控制在适当的范围。

[0051] 根据本公开内容的实施方式,耐热涂层优选地具有30%至80%的孔隙率。30%或更大的孔隙率有利于锂离子渗透性,而80%或更小的孔隙率适合于确保隔板与电极之间的粘附性,因为在这种情况下表面开口率不会过高。此外,根据本公开内容的实施方式,隔板的透气性为900s/100cc或更小,优选为500s/100cc或更小。

[0052] 此外,根据本公开内容,孔隙率和孔径可通过使用购自BEL JAPAN Co.的BELSORP(BET系统)利用诸如氮气之类的吸附气体来确定,或者通过使用压汞法(Mercury intrusion porosimetry)、毛细管流动孔隙率测定法(capillary flow porosimetry)或类似方法来确定。根据本公开内容的实施方式,可以从所得涂层的厚度和重量以及涂层的理论密度来计算耐热涂层的孔隙率。

[0053] 如本文所用,术语“透气性(permeability)”是指100cc的空气渗透通过隔板所需的时间,在本公开内容中以秒(second)/100cc为单位表示,可与“传输率”互换使用,并且通常由Gurley值或类似者表示。

[0054] 根据本公开内容的实施方式,耐热涂层在多孔基板的一个表面上的厚度优选为0.5 μm 至5.0 μm 。考虑到机械性能、粘附性、或类似者,厚度可以优选地为0.7 μm 或更大、1 μm 或更大、或者1.5 μm 或更大。在上述范围内,可以提供对电极的优异粘附性,从而可以增加电池的单元强度。同时,当厚度为5.0 μm 或更小时,可以在电池的循环特性和电阻特性方面提供有益的效果。

[0055] 耐热涂层包括树脂组合物,该树脂组合物包括PVDF基聚合物和聚乙烯基吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone)基聚合物,并且基于100重量%的耐热涂层,树脂组合物以90重量%或更大、优选99重量%或更大的量存在。

[0056] PVDF基聚合物

[0057] 根据本公开内容的实施方式,基于100重量%的树脂组合物,PVDF基聚合物可以以60重量%至95重量%的量存在。如下所述,耐热涂层可以具有通过诱导PVDF基聚合物的相分离而形成的孔,同时用于形成耐热涂层的浆料在加湿条件下固化。在此,当树脂组合物中PVDF基聚合物的含量过低时,能够进行相分离的成分不足,因此,就孔径和孔隙率而言,可能无法以期望的水平形成孔。

[0058] 根据本公开内容的实施方式,PVDF基聚合物的分子量(M_w)可以为10,000至1,000,000,优选地为150,000至500,000的分子量。

[0059] 根据本公开内容的实施方式,PVDF基聚合物可以包括偏二氟乙烯均聚物(即,聚偏

二氟乙烯)、偏二氟乙烯与可共聚单体的共聚物、或它们的混合物。根据实施方式,该单体的具体示例包括氟化单体和/或氯化单体。氟化单体的非限制性示例包括选自以下的至少一者:氟乙烯;或三氟乙烯(TrFE);氯氟乙烯(CTFE);1,2-二氟乙烯;四氟乙烯(TFE);六氟丙烯(HFP);全氟(烷基乙烯基)醚,诸如全氟(甲基乙烯基)醚(PMVE)、全氟(乙基乙烯基)醚(PEVE)、或全氟(丙基乙烯基)醚(PPVE);全氟(1,3-二唑);全氟(2,2-二甲基-1,3-二氧戊环)(PDD);或类似物。

[0060] 根据本公开内容的实施方式,当PVDF基聚合物包括偏二氟乙烯与可共聚单体的共聚物时,该共聚物可具有0.1重量%至25重量%的与该单体的取代率。优选地,与该单体的取代率可以为8重量%至20重量%。

[0061] 根据本公开内容的实施方式,PVDF基聚合物可以包括偏二氟乙烯均聚物、PVDF-HFP、PVDF-CTFE、PVDF-TFE、PVDF-TrFE、或包含它们中的两者或更多者的混合物。

[0062] 根据本公开内容的实施方式,PVDF基聚合物可以包括PVDF-HFP。此外,PVDF基聚合物可与PVDF-HFP组合地进一步包括PVDF-CTFE、PVDF-FEP、和PVDF-TFE中的至少一者。在此,PVDF-HFP的分子量(Mw)可以为10,000至1,000,000,优选地为150,000至500,000。此外,PVDF-HFP可以具有0.1重量%至25重量%、优选8重量%至80重量%的与HFP的取代率。

[0063] 聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物

[0064] 根据本公开内容,聚乙烯基吡咯烷酮(Polyvinyl pyrrolidone,PVP)基聚合物是指包括N-乙烯基吡咯烷酮作为单体的聚合物。聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物可以包括N-乙烯基吡咯烷酮均聚物和N-乙烯基吡咯烷酮与另外的能够自由基共聚的共单体的共聚物中的至少一者。

[0065] 同时,根据本公开内容的实施方式,当使用具有共单体的共聚物作为聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物时,就电化学特性的改善而言,根据本公开内容所期望的,优选的是N-乙烯基吡咯烷酮的含量为60重量%或更大、70重量%或更大,或者80重量%或更大。

[0066] 根据本公开内容的实施方式,共单体可以包括丙烯酸和取代的丙烯酸、它们的盐、它们的酯和酰胺(其中碳原子上的取代基位于丙烯酸的2-或3-位并且独立地选自C1至C20烷基、-CN、和COOH构成的群组)、甲基丙烯酸、乙基丙烯酸、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、和N,N-二甲基甲基丙烯酰胺中的至少一者。

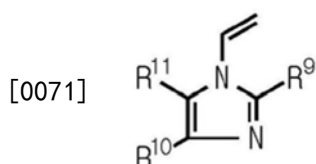
[0067] 除了上述单体以外,合适的共单体的具体示例包括丙烯酸酰胺及其衍生物,诸如乙基丙烯酰胺、N-甲基丙烯酰胺、N-乙基丙烯酰胺、N-异丙基丙烯酰胺、N-丁基丙烯酰胺、N-t-丁基丙烯酰胺、N-辛基丙烯酰胺、N-t-辛基丙烯酰胺、N-十八烷基丙烯酰胺、N-苯基丙烯酰胺、N-甲基甲基丙烯酰胺、N-乙基甲基丙烯酰胺、N-异丙基甲基丙烯酰胺、N-十二烷基甲基丙烯酰胺、N-[3-(二甲基氨基)丙基]甲基丙烯酰胺、N-[3-(二甲基氨基)丙基]丙烯酰胺、N-[3-(二甲基氨基)丁基]甲基丙烯酰胺、N-[8-(二甲基氨基)辛基]甲基丙烯酰胺、N-[12-(二甲基氨基)十二烷基]甲基丙烯酰胺、N-[3-(二乙基氨基)丙基]甲基丙烯酰胺、N-[3-(二乙基氨基)丙基]丙烯酰胺;不饱和磺酸,诸如丙烯酰氨基丙烷磺酸;和3-氰基丙烯酸。

[0068] 丙烯酸酯的酯及其衍生物的具体示例包括丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丙酯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸异丁酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸癸酯、甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸丙酯、甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸异丁酯、甲基丙烯酸叔丁酯、甲基丙烯酸2-乙基己酯、甲基丙烯酸癸酯、(甲基)丙烯酸硬脂基酯、丙烯酸2,3-

二羟丙酯、甲基丙烯酸2,3-二羟丙酯、丙烯酸2-羟乙酯、丙烯酸羟丙酯、甲基丙烯酸2-羟乙酯、乙基丙烯酸2-羟乙酯、丙烯酸2-甲氧基乙酯、甲基丙烯酸2-甲氧基乙酯、乙基丙烯酸2-甲氧基乙酯、甲基丙烯酸2-乙氧基乙酯、乙基丙烯酸2-乙氧基乙酯、甲基丙烯酸羟丙酯、单丙烯酸甘油酯、单甲基丙烯酸甘油酯、聚(甲基)丙烯酸烷撑基二醇酯、N,N-二甲基氨基甲基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二乙基氨基甲基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二乙基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基氨基丁基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二乙基氨基丁基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基氨基己基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基氨基辛基(甲基)丙烯酸酯、和N,N-二甲基氨基十二烷基(甲基)丙烯酸酯。

[0069] 其他合适的共单体包括C1-C40直链、C3-C40支链、或C3-C40碳环羧酸的乙烯基酯和烯丙基酯,诸如乙酸乙烯酯、丙酸乙烯酯;及其水解产物,诸如乙烯醇;乙烯基卤代物或烯丙基卤代物,优选氯乙烯和烯丙基氯;乙烯基醚,优选甲基、乙基、丁基、或十二烷基乙烯基醚;乙烯基甲酰胺;N-乙烯基-N-甲基乙酰胺;乙烯基胺;甲基乙烯基酮;乙烯基内酰胺,优选乙烯基吡咯烷酮、乙烯基己内酰胺、和乙烯基哌啶酮;乙烯基或烯丙基取代的杂环化合物,优选乙烯基吡啶、乙烯基咪啉和烯丙基吡啶、以及乙烯基咪唑;和烯丙醇。此外,由以下化学式1表示的N-乙烯基咪唑化合物也是合适的。

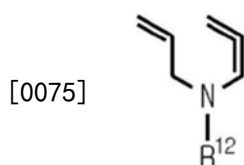
[0070] [化学式1]



[0072] 其中R⁹至R¹¹各自独立地代表氢、C1-C4烷基或苯基。该化合物的具体示例包括1-乙烯基咪唑、1-乙烯基-2-甲基乙烯基咪唑、3-甲基-1-乙烯基咪唑噶盐酸盐和3-甲基-1-乙烯基咪唑噶甲基硫酸盐。

[0073] 根据另一实施方式,另外的合适的共单体可以是由以下化学式2表示的二烯丙基胺:

[0074] [化学式2]



[0076] 其中R¹²代表C1-C24烷基,诸如二烯丙基二甲基氯化铵。

[0077] 其他合适的共单体包括马来酸、富马酸、马来酸酐及其半酯、半酰胺和酰亚胺、马来酰亚胺、巴豆酸、衣康酸、乙烯基醚(例如甲基、乙基、丁基或十二烷基乙烯基醚)、偏二氯乙烯、以及具有一个或多个碳-碳双键的烃,优选地为苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、叔丁基苯乙烯、苯乙烯磺酸及其盐、丁二烯、异戊二烯、环己二烯、乙烯、丙烯、1-丁烯、2-丁烯、异丁烯和乙烯基甲苯。

[0078] 在上述示例中,优选的示例包括丙烯酸、甲基丙烯酸、马来酸、富马酸、巴豆酸、马来酸酐及其半酯、半酰胺和酰亚胺、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸乙酯、丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸正丁酯、丙烯酸叔丁酯、甲基丙烯酸叔丁酯、丙烯酸异丁

酯、甲基丙烯酸异丁酯、丙烯酸2-乙基己酯、丙烯酸硬脂基酯、甲基丙烯酸硬脂基酯、N-t-丁基丙烯酰胺、N-辛基丙烯酰胺、N-t-辛基丙烯酰胺、丙烯酸2-羟乙酯、丙烯酸2-羟丙酯、甲基丙烯酸2-2-羟乙酯、甲基丙烯酸3-羟丙酯、丙烯酸3-羟丙酯、(甲基)丙烯酸烷撑基二醇酯、苯乙烯、不饱和磺酸及其盐(诸如丙烯酰氨基丙烷磺酸和苯乙烯磺酸)、乙烯基吡咯烷酮、乙烯基己内酰胺、乙烯基醚(例如甲基、乙基、丁基或十二烷基乙烯基醚)、乙烯基甲酰胺、N-乙烯基-N-甲基乙酰胺、乙烯基胺、1-乙烯基咪唑、1-乙烯基-2-甲基咪唑、N,N-二甲基氨基甲基甲基丙烯酸酯和N-[3-(二甲基氨基)丙基]甲基丙烯酰胺;3-甲基-1-乙烯基咪唑鎓氯化物、3-甲基-1-乙烯基咪唑鎓甲基硫酸盐、N,N-二甲基氨基乙基甲基丙烯酸酯、N-异丙基甲基丙烯酰胺、与氯甲烷季铵化的N-[3-(二甲基氨基)丙基]甲基丙烯酰胺、VCAp、VI、1-乙烯基-3-甲基咪唑鎓盐、例如氯化物和甲基硫酸盐(QV1)、VAC、(甲基)丙烯酰胺、二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯和二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酰胺及其四元类似物、二烯丙基二甲基氯化铵、乙烯醇(聚合后藉由乙酸乙烯酯水解)、VFA、乙烯基胺(聚合后藉由VFA水解)、二甲基氨基丙基(甲基)丙烯酸酯、二甲基氨基丙基(甲基)丙烯酰胺、(甲基)丙烯酸、乙烯基哌啶酮、N,N-二甲基(甲基)丙烯酰胺、叔丁基(甲基)丙烯酰胺、N-叔辛基(甲基)丙烯酰胺、硬脂酰基(甲基)丙烯酰胺、甲基、乙基、丁基、叔丁基的(甲基)丙烯酸酯、2,3-二羟丙基(甲基)丙烯酸酯、N-异丙基丙烯酰胺、乙烯基丙酸酯、1-乙烯基-2-甲基咪唑、乙烯基吡啶、(甲基)丙烯酸的酯或烯丙基醇的醚以及环氧乙烷、环氧丙烷或具有2至200的EO、PO或EO/PO单元末端被甲氧基或羟基封端的聚环氧乙烷或环氧丙烷或聚(环氧乙烷-环氧丙烷)的醚、甲基乙基醚、(甲基)丙烯酸羟乙酯、(甲基)丙烯酸羟丙酯、乙烯基内酰胺、乙烯基恶唑啉(诸如乙烯基恶唑啉、乙烯基甲基恶唑啉、乙烯基乙基恶唑啉)、丙烯酰氨基丙烷磺酸和烯丙醇。

[0079] 其他合适的共单体包括多官能团单体,诸如三烯丙基胺、三乙烯基醚、二乙烯基乙炔脲、3-乙烯基-N-乙烯基吡咯烷酮、4-乙烯基-N-乙烯基吡咯烷酮、5-乙烯基-N-乙烯基吡咯烷酮、季戊四醇三烯丙基醚、甲撑基双丙烯酰胺、二丙烯酸丁二醇酯、二丙烯酸己二醇酯、二丙烯酸二丙二醇酯、甲基丙烯酸烯丙酯、二乙烯基苯、二甲基丙烯酸乙二醇酯、二甲基丙烯酸三乙二醇酯和三乙二醇二乙烯基醚。

[0080] 特别优选的共单体包括N-乙烯基己内酰胺(VCAp)、N-乙烯基咪唑(VI)、诸如可通过与氯甲烷或甲基硫酸酯季铵化而获得的盐之类的1-乙烯基-3-甲基咪唑鎓盐(QV1)、乙酸乙烯酯、(甲基)丙烯酰胺、(甲基)丙烯酸二甲基氨基乙基酯和二甲基氨基乙基-(甲基)丙烯酰胺及其季铵的类似物、以及二烯丙基二甲基氯化铵。

[0081] 同时,根据本公开内容的实施方式,考虑到粘附性的改善,共单体优选地包括丙烯酰胺及其衍生物、和丙烯酸酯及其衍生物中的至少一者。根据本公开内容的实施方式,基于100重量%的树脂组合物,聚乙烯基吡咯烷酮基聚合物可以以5重量%至50重量%、或者5重量%至40重量%的量使用。

[0082] 根据本公开内容,考虑到隔板的耐热性/稳定性,PVP基聚合物优选地具有150°C或更高的T_g和380°C或更高的T_m。

[0083] 同时,PVP基共聚物具有900,000(g/mol)或更大的分子量(M_w)。当满足上述范围时,可以实现与含有无机材料的耐热层的耐热性相似的耐热性。此外,由于不存在无机颗粒,因此可以提高加工效率并提供厚度小的隔板。

[0084] 同时,根据本公开内容的实施方式,耐热涂层优选地具有1g/cm²或更大的树脂组

合物的负载量。负载量是指多孔聚合物基板的两个表面上涂布的耐热涂层的每单位面积耐热涂层中所含的树脂组合物的重量。当负载量小于上述范围时,耐热涂层中包含的聚合物材料的含量不足,导致不期望的隔板的收缩降低和粘附性降低。

[0085] 同时,根据本公开内容的实施方式,耐热涂层中的PVP基聚合物的堆积密度(packing density)为 $0.1\text{g}/\text{m}^3$ 至 $0.7\text{g}/\text{m}^3$,优选地为 $0.2\text{g}/\text{m}^3$ 至 $0.5\text{g}/\text{m}^3$ 。当堆积密度满足上述范围时,可以提高耐热性,同时不中断PVDF基聚合物的相分离行为。

[0086] 如本文中所使用的,可以根据以下数学公式1来计算PVP基聚合物的堆积密度(packing density)。

[0087] [数学公式1]

[0088] $\text{PVP基聚合物的堆积密度}(\text{g}/\text{m}^3) = (\text{耐热涂层中的PVP含量}) \times \{(\text{隔板的单位面积重量} - \text{多孔聚合物基板的单位面积重量}) / (\text{隔板的厚度} - \text{多孔聚合物基板的厚度})\}$

[0089] 在下文中,将解释根据本公开内容的制造隔板的方法。通过制备包含树脂组合物的聚合物溶液、将该聚合物溶液施加到多孔聚合物基板上、并固化该聚合物溶液以使得可以在该多孔聚合物基板上整体地形成耐热涂层,可以获得本公开内容的隔板。

[0090] 特别地,将包含PVDF基聚合物和PVP基聚合物的树脂组合物引入分散介质中以制备聚合物溶液。分散介质可以将溶剂和非溶剂包括至所述树脂组合物。

[0091] 根据本公开内容的实施方式,溶剂可以是适当地选自丙酮、甲基乙基酮、N-甲基吡咯烷酮、诸如二甲基乙酰胺、二乙基甲酰胺、二乙基甲酰胺之类的极性酰胺溶剂、或类似物中的至少一者。

[0092] 根据本公开内容的实施方式,非溶剂可以是适当地选自甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇(IPA)、异丙醇、丁醇、仲丁醇、戊醇(amy1 alcohol)、2-乙基-1-己醇、环己醇、苯酚(50°C)、乙二醇、1,3-丁二醇、1,4-丁二醇、甘油、双丙酮醇、甲酸、乙酸、丙酸、乙二醇醚、二乙二醇、三乙二醇、六亚甲基乙二醇、聚乙二醇400、2,2-硫代二乙醇、 γ -丁内酯、乙酸乙酯、丁胺、环己胺苯胺、乙二胺、吡啶、吗啉、2-氨基苯胺、二乙醇胺、三乙醇胺、氨基乙基乙醇胺、2-羟乙基吗啉、2-氨基-2-甲基-1-丙醇、或类似物中的至少一者。

[0093] 优选地,基于100摩尔%的分散介质,分散介质包括30摩尔%或更小、优选25摩尔%或更小、更优选为20摩尔%或更小的量的非溶剂。当非溶剂的含量超过上述范围时,不能有效地进行相分离,因此可能无法很好地形成孔并且粘附特性可能劣化。

[0094] 同时,根据本公开内容的实施方式,聚合物溶液中的树脂组合物优选地具有小于20重量%、优选15重量%或更小的浓度。当浓度超过上述限定范围时,会析出树脂组合物且不能有效地进行相分离。

[0095] 然后,将聚合物溶液施加到多孔聚合物基板上,并使其在加湿条件下静置预定时间以固化(干燥)聚合物溶液。根据实施方式,加湿条件可以指约40%至80%的相对湿度。此外,根据本公开内容的实施方式,聚合物溶液可以在约 10°C 至 70°C 的温度下固化。在此,诱导聚合物溶液中PVDF基聚合物的相分离。在相分离期间,随着溶剂的移动,溶剂朝向耐热涂层的表面部分移动,并且PVDF基聚合物也朝向耐热涂层的表面部分移动。以这种方式,耐热涂层的表面部分具有更高含量的PVDF基聚合物。

[0096] 根据本公开内容的实施方式,可以通过使用常规的涂覆工艺来施加聚合物溶液,诸如Mayer棒涂覆、模涂法、反向辊涂法、凹版涂布、或类似者。

[0097] 同时,本公开内容提供一种包括所述隔板的二次电池。所述电池包括负极、正极、以及插置在负极和正极之间的隔板,其中所述隔板包括根据本公开内容的树脂组合物。

[0098] 根据本公开内容,正极包括正极集电器和正极活性材料层,所述正极活性材料层形成在集电器的至少一个表面上并且包含正极活性材料、导电材料和粘合剂树脂。正极活性材料可包括选自以下各者的任一者:诸如锂锰复合氧化物(LiMn_2O_4 、 LiMnO_2 等)、锂钴氧化物(LiCoO_2)和锂镍氧化物(LiNiO_2)之类的层状化合物、或者用一种或者多种过渡金属取代的那些化合物;诸如那些由化学式 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (其中x是0-0.33)、 LiMnO_3 、 LiMn_2O_3 、和 LiMnO_2 表示的锂锰氧化物;锂铜氧化物(Li_2CuO_2);诸如 LiV_3O_8 、 LiV_3O_4 、 V_2O_5 、或 $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ 之类的钒氧化物;由化学式 $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (其中M是Co、Mn、Al、Cu、Fe、Mg、B、或Ga,且x是0.01-0.3)表示的Ni位型锂镍氧化物;由化学式 $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (其中M=Co、Ni、Fe、Cr、Zn、或Ta,且x=0.01-0.1)或 $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (其中M=Fe、Co、Ni、Cu、或Zn)表示的锂锰复合氧化物;Li部分地被碱土金属离子取代的 LiMn_2O_4 ;二硫化合物;和 $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$;或它们中的两者或更多者的混合物。

[0099] 根据本公开内容,负极包括负极集电器和负极活性材料层,所述负极活性材料层形成在集电器的至少一个表面上并且包含负极活性材料、导电材料和粘合剂树脂。所述负极可包括选自以下各者的任一者作为负极活性材料:锂金属氧化物;碳,诸如非石墨化碳或石墨基碳;金属复合氧化物,诸如 $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$)、 Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$)、 $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ (Me: Mn、Fe、Pb、Ge; Me': Al、B、P、Si、元素周期表中第1、2或3族的元素、卤素; $0 < x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$);锂金属;锂合金;硅基合金;锡基合金;金属氧化物,诸如 SnO 、 SnO_2 、 PbO 、 PbO_2 、 Pb_2O_3 、 Pb_3O_4 、 Sb_2O_3 、 Sb_2O_4 、 Sb_2O_5 、 GeO 、 GeO_2 、 Bi_2O_3 、 Bi_2O_4 和 Bi_2O_5 ;导电聚合物,诸如聚乙炔;Li-Co-Ni型材料;和氧化钛;或它们中的两者或更多者的混合物。

[0100] 根据本公开内容的实施方式,导电材料可以是选自由以下各者构成的组中的任一者:石墨、炭黑、碳纤维或金属纤维、金属粉末、导电晶须、导电金属氧化物、活性炭(activated carbon)和聚苯撑衍生物,或这些导电材料中的两者或更多者的混合物。更具体地,导电材料可以是选自以下各者中的任一者:天然石墨、人造石墨、Super-P、乙炔黑、科琴黑、槽法炭黑、炉法炭黑、灯黑、热炭黑、denka黑、铝粉、镍粉、氧化锌、钛酸钾和二氧化钛,或这些导电材料中的两者或更多者的混合物。

[0101] 集电器没有特别的限制,只要其在相应的电池内不会导致化学变化并且具有高导电性即可。集电器的具体示例可包括不锈钢、铜、铝、镍、钛、煅烧碳、用碳、镍、钛、或银进行表面处理的铝或不锈钢、或类似者。

[0102] 用于电极的粘合剂树脂可以是本领域中当前用于电极的聚合物。粘合剂树脂的非限制性示例包括但不限于:聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯(polyvinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)、聚偏二氟乙烯-共-三氯乙烯(polyvinylidene fluoride-co-trichloroethylene)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate)、聚丙烯酸乙基己酯(polyethylhexyl acrylate)、聚丙烯酸丁酯(polybutyl acrylate)、聚丙烯腈(polyacrylonitrile)、聚乙烯基吡咯烷酮(polyvinylpyrrolidone)、聚醋酸乙烯酯(polyvinylacetate)、聚乙烯-共-醋酸乙烯酯(polyethylene-co-vinyl acetate)、聚环氧乙烷(polyethylene oxide)、聚芳酯(polyarylate)、醋酸纤维素(cellulose acetate)、醋酸丁酸纤维素(cellulose acetate butyrate)、醋酸丙酸纤维素(cellulose acetate propionate)、氰乙基普鲁兰多糖(cyanoethylpullulan)、氰乙基聚乙烯醇

(cyanoethylpolyvinylalcohol)、氰乙基纤维素(cyanoethylcellulose)、氰乙基蔗糖(cyanoethylsucrose)、普鲁兰多糖(pullulan)、和羧甲基纤维素(carboxy methyl cellulose)。

[0103] 可以将如上所述制备的电极组件引入合适的壳体中,并且可以向其注入电解质以获得电池。根据本公开内容,电解质是具有 A^+B^- 结构的盐,其中 A^+ 包括诸如 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 或它们的组合之类的碱金属阳离子, B^- 包括诸如 PF_6^- 、 BF_4^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 ClO_4^- 、 AsF_6^- 、 $CH_3CO_2^-$ 、 $CF_3SO_3^-$ 、 $N(CF_3SO_2)_2^-$ 、 $C(CF_2SO_2)_3^-$ 或它们的组合之类的阴离子,所述盐被溶解或者解离在选自碳酸丙烯酯(PC)、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸二甲酯(DMC)、碳酸二丙酯(DPC)、二甲亚砜、乙腈、二甲氧基乙烷、二乙氧基乙烷、四氢呋喃、N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)、碳酸甲乙酯(EMC)、伽马-丁内酯(γ -丁内酯)、酯化合物或它们的混合物的有机溶剂中。然而,本公开内容不限于此。

[0104] 此外,本公开内容提供一种电池模块,所述电池模块包括含所述电极组件的电池作为单元电池;一种包括所述电池模块的电池组;以及一种包括所述电池组作为电源的装置。所述装置的具体示例包括但不限于:由电动马达驱动的电动工具(power tool);电动汽车,包括电动车辆(Electric Vehicle, EV)、混合动力电动车辆(Hybrid Electric Vehicle, HEV)、插电式混合动力电动车辆(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)、或类似者;电动两轮车,包括电动自行车(E-bike)和电动滑板车(E-scooter);电动高尔夫球车(electric golf cart);电力存储系统;或类似者。

[0105] 下文中将更全面地描述实施例,以使得本公开内容能被容易地理解。然而,以下实施例可以多种不同的形式体现,并且不应解读为限制于本文所阐述的示例性实施方式。而是,提供这些示例性实施方式,使得本公开内容将是全面和完整的,并将本公开内容的范围完全传递给本领域技术人员。

[0106] 实施例

[0107] 隔板的制造

[0108] 根据下表1中所示的组成来制备树脂组合物。将丙酮和异丙醇(IPA)混合以制备分散介质,并且将根据实施例和比较例的各个包含PVP和PVDF-HFP的树脂组合物引入其中以制备聚合物溶液。在此,PVDF-HFP的分子量(Mw)为300,000,取代率为15重量%。通过浸涂(dip coating)法将聚合物溶液涂覆到多孔聚合物基板(厚度 $9\mu m$,孔隙率32体积%,分子量500,000,聚乙烯)上,并且于室温在60%的相对湿度(RH)下诱导加湿相分离。以这种方式,获得隔板。

[0109] [表1]

[0110]

	树脂组合物		分散介质		树脂组合物浓度 (重量%)	PVP 分子量 (Mw, g/mol)
	PVP (重量%)	PVDF-HFP (重量%)	IPA浓度 (摩尔%)	丙酮浓度 (摩尔%)		
实施例1	40	60	20	80	15	900,000
实施例2	40	60	20	80	15	3,000,000
比较例1	40	60	20	80	15	50,000
比较例2	40	60	20	80	15	500,000
实施例3	40	60	20	80	15	900,000
比较例3	40	60	20	80	15	900,000
比较例4	40	60	20	80	15	900,000
实施例4	20	80	20	80	15	900,000
比较例5	60	40	20	80	15	900,000
实施例5	40	60	10	90	15	900,000
比较例6	40	60	25	75	15	900,000
比较例7	40	60	30	70	15	900,000
实施例6	40	60	20	80	10	900,000
实施例7	15	85	20	80	15	900,000
比较例8	40	60	20	80	20	900,000
比较例9	40	60	20	80	25	900,000

[0111] [表2]

	涂层厚度 (μm)	负载量 (g/cm^2)	耐热涂层中的 PVP的堆积密度 (g/m^3)	透气性 ($\text{s}/100\text{cc}$)	热收缩 (%, 150°C) (TD/MD)	对电极的 粘附性 ($\text{gf}/25\text{mm}$)
[0112] 实施例1	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	280	29/25	57
实施例2	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	381	20/18	46
比较例1	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	93	67/63	60
比较例2	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	160	52/49	62
实施例3	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	2.0	0.50	433	19/15	84
比较例3	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	0.8	0.50	221	38/34	31
比较例4	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	0.5	0.50	130	57/55	13
实施例4	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.2	250	37/32	95
比较例5	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.6	986	24/21	51
实施例5	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	300	28/24	51
比较例6	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	1024	15/10	17
比较例7	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	3365	15/9	10
实施例6	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.50	279	29/27	60
实施例7	$1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$	1.0	0.1	181	51/47	103
比较例8	$3\mu\text{m}/3\mu\text{m}$	1.0	0.50	-	-	-
比较例9	$3\mu\text{m}/3\mu\text{m}$	1.0	0.50	-	-	-

[0113] 从表2可以看出,与比较例相比,根据实施例的隔板在透气性、对电极的粘附性、和热收缩方面显示出更好的结果。

[0114] 测试方法

[0115] 1) 负载量

[0116] 负载量是在多孔聚合物基板的两个表面上涂布的耐热涂层的每单位面积的耐热涂层中所含的树脂组合物的重量。

[0117] 2) 透气性

[0118] 通过使用透气性测试仪(可购自Asahi Seiko的EG01-55-1MR),将透气性确定为100cc的空气在恒定压力(0.05MPa)下渗透通过隔板所需的时间(秒)。在每个样品的左侧/中心/右侧的三个点处测量透气性,并记录为平均值。

[0119] 当透气性为2,000s/100cc或更大时,可能导致电池的输出和循环特性劣化。

[0120] 3) 热收缩

[0121] 通过以下方式计算热收缩:将根据实施例和比较例的各个隔板切成 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 的尺寸,使每个隔板于 150°C 静置30分钟,然后根据以下公式计算TD和MD每一者上的收缩。

[0122] 热收缩(%) = $[(\text{收缩前的长度} - \text{收缩后的长度}) / (\text{收缩前的长度})] \times 100$

[0123] 4) 对电极的粘附性

[0124] 将根据实施例和比较例的各个隔板切成100mm(长)×25mm(宽)的尺寸,并在60℃、6.5MPa和1秒的条件下通过热压与负极层压。然后,通过使用UTM仪器(Instron)以300mm/min的速率以180°的角度剥离隔板,并在此时测量剥离强度。隔板对电极的粘附性优选为50g/25mm或更大。

[0125] 如下获得负极。通过将66.1重量%的人造石墨(煤焦油沥青)、26.9重量%的天然石墨、1.5重量%的SiO₂、1.5重量%的炭黑、作为粘合剂的3重量%的SBR、和1重量%的CMC混合来制备负极浆料。将浆料以495mg/25cm²的负载量施加至铜箔,在100℃的真空烘箱中干燥10小时以上,然后进行辊压,从而获得负极(总厚度为159.6μm)。

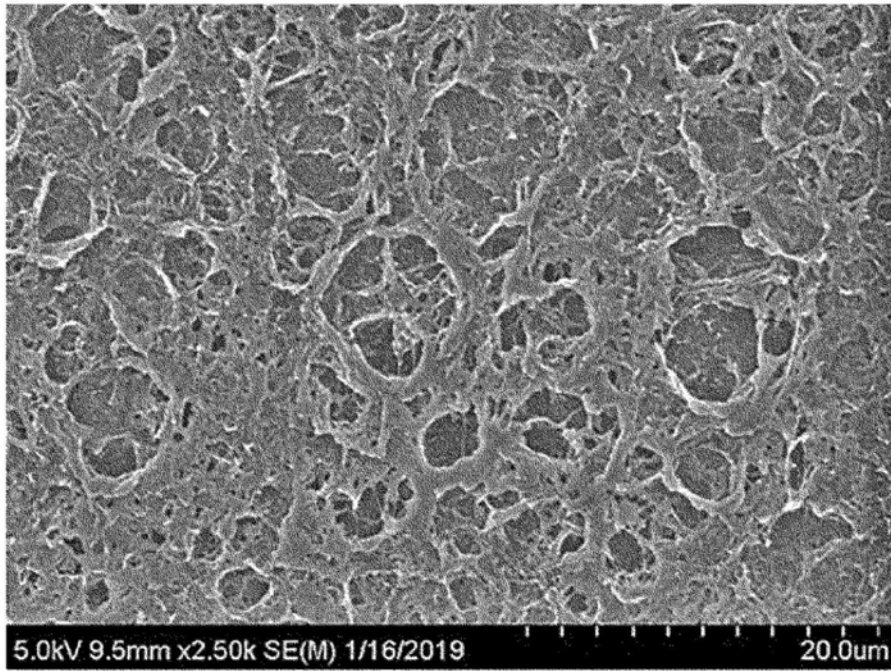


图1