



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112635919 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202011532780.6

H01M 50/403 (2021.01)

(22) 申请日 2020.12.23

(71) 申请人 江苏澳盛复合材料科技有限公司

地址 215200 江苏省苏州市吴江区平望镇
中鲈生态科技工业园

(72) 发明人 严兵 张永喜 史珍 祁震

吴世超 唐许 张可可 施刘生
张继维 何定军

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有

限公司 32103

代理人 王桦

(51) Int. Cl.

H01M 50/491 (2021.01)

H01M 50/414 (2021.01)

H01M 50/417 (2021.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种柔性锂电池隔膜

(57) 摘要

本发明涉及一种柔性锂电池隔膜,所述的隔膜具有平均孔径为1~800nm的孔,且当所述的隔膜沿纵向方向拉伸1倍时,所述的孔的平均孔径的变化率小于30%。本发明不仅具有内部结构稳定、强度大,透气性好等不同电池隔膜的特点,还含有很好的柔性,能承受一定程度的拉伸、压缩和弯曲形变和外力作用,并在上述形变过程中,隔膜的孔径不发生很多变化,保证隔膜仍具有很好的传质能力,不影响电池的正常使用,可以运用于各种柔性电气元件中。

1. 一种柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的隔膜具有平均孔径为1~800nm的孔,且当所述的隔膜沿纵向方向拉伸1倍时,所述的孔的平均孔径的变化率小于30%。
2. 根据权利要求1所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的隔膜包含:
聚合物A:100%定伸强度为0.5~20MPa;
聚合物B:拉伸弹性模量在1000MPa以上。
3. 根据权利要求2所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的聚合物B的相中含有聚酯链段的嵌段共聚物C,所述的嵌段共聚物C为聚烯烃-聚酯共聚物、聚苯乙烯-聚酯共聚物中的一种或多种,且所述的嵌段共聚物C中聚酯链段的分子量为嵌段共聚物C的分子量的40%以下。
4. 根据权利要求3所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的嵌段共聚物C的重量为所述的聚合物B重量的0.01~10%。
5. 根据权利要求3所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的聚酯链段为脂肪族聚酯。
6. 根据权利要求2所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的孔分散在所述的聚合物B中。
7. 根据权利要求2所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的聚合物A和聚合物B的质量比为30-70:70-30。
8. 根据权利要求2所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的聚合物A为聚烯烃、聚烯烃的共聚物中的一种或多种。
9. 根据权利要求2所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的聚合物B为聚碳酸酯、聚丙烯酸、聚苯硫醚、聚苯乙烯、聚苯醚的均聚物、共聚物的一种或多种。
10. 根据权利要求1所述的柔性锂电池隔膜,其特征在于:所述的隔膜的拉伸弹性模量为10~500MPa,断裂伸长率大于400%,空孔率大于20%。

一种柔性锂电池隔膜

技术领域

[0001] 本发明涉及电池隔膜,特别是涉及一种柔性锂电池隔膜。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,人们对于能源的需求越来越大,其中电能因其廉价、方便和环保的特点,越来越多的产品都以电能作为驱动力,电子产品得到飞速发展,而像手机、计算机、电动汽车、机器人等可移动的电子产品也发展迅速,使得电池领域特别是锂离子电池发展迅速,人们都致力于提高电池的储能量以及转化效率。

[0003] 同时,随着电能和锂电池运用的越来越广泛,很多电子产品和元件都需要具有一定的柔性,能承受一定强度的拉伸、压缩和弯曲等外力作用,同样的作为他们的供能装置,电池也相应的具有一定柔性来适应环境的变化。

[0004] 锂电池隔膜是一种隔离锂电池正负极的聚合物隔膜,可以让电解液中的离子通过而将正负极活性物质分隔开,防止两极因接触而短路,起到保护电池的作用。但是,由于电池隔膜是含有微孔的多孔薄膜,孔径都为纳米级,如果电池在使用过程中受到外力作用发生形变,则电池隔膜也会发生形变,如果隔膜的柔性不够,并且在形变过程中隔膜的微孔孔径也发生较大变化,就会影响电池的透气性和使用效果,并影响电池的安全和使用寿命。

[0005] 因此急需一种锂电池隔膜,具有一定柔性,并且在承受一定的形变,并且在发生形变的同时,隔膜中微孔的孔径不发生较大变化。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种柔性锂电池隔膜。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:

一种柔性锂电池隔膜,所述的隔膜具有平均孔径为1~800nm的孔,且当所述的隔膜沿纵向方向拉伸1倍时,所述的孔的平均孔径的变化率小于30%。

[0008] 合适孔径的孔保证所述的隔膜具有很好的透气性和选择透过性,当所述的隔膜的孔径小于1nm,透气性太差;当所述的隔膜的孔径大于800nm,选择透过性太差,电池安全性不足。而所述的孔的平均孔径的变化率小于30%,可以保证所述的隔膜在实际使用过程中能承受一定程度地拉伸、压缩和弯曲并保证其其他性能和安全性影响不大,保证其能运用于柔性电气元件中。

[0009] 优选地,所述的孔的平均孔径为10~600nm。

[0010] 进一步优选地,当所述的隔膜沿纵向方向上拉伸1倍时,所述的孔的平均孔径的变化率小于20%。

[0011] 优选地,所述的隔膜包含:

聚合物A:100%定伸强度为0.5~20MPa;

聚合物B:拉伸弹性模量在1000MPa以上。

[0012] 优选地,所述的孔分散在所述的聚合物B中,保证所述的隔膜具有很好的透气性。

[0013] 其中:所述的聚合物A和所述的共聚物B形成共连续相,所述的聚合物A是基体材料,具有较小的拉伸弹性模量,可以使所述的隔膜具有很好的柔性;所述的聚合物B含有所述的孔,保证锂电池隔膜具有很好的透气性;所述的聚合物B具有较大的拉伸弹性模量,能保证所述的隔膜在使用中发生形变时,所述的聚合物B中的孔的孔径不会发生太大的变化,所述的隔膜的透气性不会受到影响。

[0014] 100%定伸强度为材料在拉伸形变为100%的拉伸强度。所述的聚合物A的100%定伸强度小于0.5MPa时,则所述的隔膜的强度太差,易破;所述的聚合物A的100%定伸强度大于20MPa时,则所述的隔膜的柔性不够。

[0015] 优选地,所述的聚合物A的100%定伸强度为0.5~7MPa,进一步优选为2~5MPa。

[0016] 当所述的聚合物B的拉伸弹性模量小于1000MPa,在所述的隔膜受到拉伸等外力作用时,其中孔的孔径变化率太大,所述的隔膜的性能变差,影响锂电池的使用和安全。

[0017] 优选地,所述的聚合物B的拉伸弹性模量大于1200MPa。

[0018] 进一步优选地,所述的聚合物B的相中含有聚酯链段的嵌段共聚物C,所述的嵌段共聚物C为聚烯烃-聚酯共聚物、聚苯乙烯-聚酯共聚物中的一种或多种,且所述的嵌段共聚物C中聚酯链段的分子量为嵌段共聚物C的分子量的40%以下。

[0019] 聚酯链段是指重复单元为酯的共聚物链段,聚酯链段在酸性溶液中酸解成小分子而使材料变成多孔结构。所述的嵌段共聚物C是由含有聚酯链段的嵌段共聚物原料D在酸性溶液中酸解时未与酸反应完全而去除其中全部聚酯嵌段的产物,且所述的聚合物C中聚酯链段的分子量越低,嵌段共聚物原料D中的聚酯链段降解越完善,所述的隔膜中的孔越多,平均孔径越大,透气性越好。由于所述的嵌段共聚物C是副产物,其存在不利于多孔形貌的发展,所以所述的嵌段共聚物C中聚酯链段的分子量是嵌段共聚物C的分子量的30%以下,以10%以下最优。

[0020] 进一步优选地,所述的嵌段共聚物C的重量为所述的聚合物B重量的0.01~10%。

[0021] 当聚酯链段的嵌段共聚物原料D在与酸性溶液反应的程度不够,导致所述的嵌段共聚物C的重量含量占所述的聚合物B重量比大于10%时,会影响所述的隔膜的通透性,使其透气性不够,导致电池的实用性变差。

[0022] 更进一步优选地,所述的嵌段共聚物C的重量为所述的聚合物B重量的0.01~8%。

[0023] 进一步优选地,所述的聚合物B是由含有聚酯链段的嵌段共聚物原料D在酸性溶液中酸解去除其中全部或部分的聚酯嵌段后得到的产物,酸解使所述的聚合物B内部形成孔径合适的孔,保证所述的隔膜具有良好的透气性。

[0024] 进一步优选地,所述的聚酯链段为脂肪族聚酯。脂肪族聚酯是指分子链中不含有苯环的聚酯,其更容易与酸性溶液发生酸解反应,加快反应速率。可以列举出聚乳酸、聚己内酯、聚丁二酸丁二醇酯、聚羟基丁酸酯、聚乙醇酸等中的一种或多种。

[0025] 更进一步优选地,所述的脂肪族聚酯为聚乳酸、聚己内酯中的一种或多种。

[0026] 进一步优选地,所述的聚合物A和聚合物B的质量比为30-70:70-30。这样可以保证所述的隔膜中所述的聚合物A和所述的聚合物B都是连续相,才能保证所述的隔膜具有很好柔性,能承受一定程度的拉伸、压缩和弯曲形变;同时保证所述的隔膜具有很好的透气性且在所述的隔膜发生形变时,所述的孔的平均孔径变化率较小,所述的隔膜的性能变化不大。当所述的聚合物A和所述的聚合物B的质量比不在这个范围内,所述的隔膜中所述的聚合物

A和所述的聚合物B不能形成共连续相,当所述的隔膜中所述的聚合物A不是连续相时,所述的隔膜的柔性太差,不适用于柔性电气元件;当所述的隔膜中所述的聚合物B不是连续相时,所述的隔膜的孔不能贯通,透气性太差。上述两种情况都不能满足本发明要求,

更进一步优选地,所述的聚合物A和所述的聚合物B的质量比40-60:60-40。

[0027] 进一步优选地,所述的聚合物A为聚烯烃、聚烯烃的共聚物中的一种或多种。这两种材料在具有合适的柔软性的同时,又具有较好的力学强度和加工性能。

[0028] 更进一步优选地,所述的聚合物A为100%定伸强度为0.5~7MPa的聚烯烃热塑性弹性体,以100%定伸强度为2~5MPa的聚烯烃热塑性弹性体最优。

[0029] 进一步优选地,所述的聚合物B为聚碳酸酯、聚丙烯酸、聚苯硫醚、聚苯乙烯、聚苯醚的均聚物、共聚物的一种或多种。所述的聚合物B可以提高所述的隔膜中孔的孔径不会随着所述的隔膜的形变而发生较大的变化而影响所述的隔膜的使用效果。

[0030] 更进一步优选地,所述的聚合物B为聚苯乙烯及其衍生物。

[0031] 优选地,所述的隔膜的拉伸弹性模量为10~500MPa,断裂伸长率大于400%,可以保证所述的隔膜具有很好的柔性,可以广泛运用于柔性电气元件中。所述的空孔率大于20%,可以保证锂电池隔膜具有很好的透气性和电解液离子的透过性,保证电池的使用安全。

[0032] 进一步优选地,所述的隔膜的拉伸弹性模量为50~400MPa,断裂伸长率大于500%,空孔率大于40%。

[0033] 由于上述技术方案运用,本发明与现有技术相比具有下列优点:

本发明不仅具有内部结构稳定、强度大,透气性好等不同电池隔膜的特点,还含有很好的柔性,能承受一定程度的拉伸、压缩和弯曲形变和外力作用,并在上述形变过程中,隔膜的孔径不发生很多变化,保证隔膜仍具有很好的传质能力,不影响电池的正常使用,可以运用于各种柔性电气元件中。

具体实施方式

[0034] 下面对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 本实施例涉及的测试项目及其测定方法包括:

1、平均孔径:运用扫描电子显微镜观察锂电池隔膜样品,对任意10处位置进行测定,得到

10张SEM图像,在所得SEM图像(每张)上选择任意50个细孔,测定上述50个孔径的平均值,取10张SEM图像测定的孔径平均值。

[0036] 2、孔径变化率:将锂电池隔膜样品沿MD方向拉伸1倍并保持这种状态黏贴在SEM样品台上,并测定此时的锂电池隔膜平均孔径。

[0037] 孔径变化率=(沿MD方向拉伸1倍时隔膜的平均孔径-未经过拉伸时隔膜的平均孔径)/未经过拉伸时隔膜的平均孔径×100%。

[0038] 3、微孔的分布状况:运用扫描电子显微镜观察锂电池隔膜样品,判断微孔分布在哪个聚合物相中。

[0039] 4、拉伸弹性模量和断裂伸长率:按照标准GB/T1040.3-2006进行测定,试样类型为2型,试样长200mm,宽20mm,测试速度为5mm/min。

[0040] 5、嵌段共聚物D及其各链段的分子量:以三氯甲烷为溶剂,使用凝胶渗透色谱(GPC)测定嵌段共聚物D的数均分子量,以此作为嵌段共聚物D的分子量。继而,将一定量的嵌段共聚物D浸入0.1mol/L的盐酸溶液中96h后取出,用水洗涤、干燥后,以三氯甲烷为溶剂,使用凝胶渗透色谱(GPC)测定产物的数均分子量,以此作为嵌段共聚物D中聚苯乙烯链段的分子量。将嵌段共聚物D的分子量减去嵌段共聚物D中聚苯乙烯链段的分子量后得到的值作为嵌段共聚物D中聚酯链段的分子量。

[0041] 6、嵌段共聚物C的分子量,以及在隔膜中其占聚合物B的重量百分数:将定量的隔膜溶解于正辛烷中,使用高效液相色谱(HPLC),测定嵌段共聚物C和聚合物B的相对含量,由此计算嵌段共聚物C占聚合物B的重量百分数,继而,将HPLC分离出的嵌段共聚物C干燥去除正辛烷后,以三氯甲烷为溶剂,使用凝胶渗透色谱(GPC)测定嵌段共聚物C的数均分子量,以此作为嵌段共聚物C的分子量。

[0042] 7、空孔率:按GB/T 21650.1-2008中压汞法测定。

[0043] 8、透气性:根据JISP8117测定,使用式 $A=20\mu\text{m}\times(X)/T_1$ 将其结果标准化为具有20 μm 厚度的同等膜的透气度值,式中,X为具有实际厚度 T_1 的膜的透气度的实测值,A为具有20 μm 厚度的同等膜的标准化透气度。

[0044] 9、100%定伸强度:按照标准GB/T528-2009进行测定,试样类型为1型,拉伸速率500mm/min \pm 50mm/min。

[0045] 本实施例所用原料如下。

[0046] 聚合物A:

A1:低密度聚乙烯,住友化学产F412-1,100%定伸强度9MPa,

A2:聚烯烃热塑性弹性体,JSR株式会社产EXCELINK 1200B,100%定伸强度0.6MPa,

A3:聚烯烃热塑性弹性体,JSR株式会社产EXCELINK 1805B,100%定伸强度3.2MPa,

A4:聚烯烃热塑性弹性体,JSR株式会社产EXCELINK 1901B,100%定伸强度6.5MPa,

A5:聚苯乙烯热塑性弹性体,JSR株式会社产TR 2000,100%定伸强度2.7MPa。

[0047] 聚合物D:

D1:聚苯乙烯-聚乳酸共聚物,其中聚苯乙烯链段的分子量为11000,聚乳酸的分子量为21000,

D2:聚苯乙烯-聚己内酯共聚物,其中聚苯乙烯链段的分子量为11000,聚己内酯的分子量为15000,

D3:聚苯乙烯-聚乙醇酸共聚物,其中聚苯乙烯链段的分子量为11000,聚乙醇酸的分子量为10000。

[0048] 使用以下方法制备:

在氮气保护下加入引发剂2-丁羟基-2'-溴代丙酸(0.714g)、溴化亚铜(0.43g)、苯乙烯(126g)和五甲基二乙基三胺(0.474g),于室温充分搅拌后,置于110 $^{\circ}\text{C}$ 硅油浴中反应3

小时后,使用液氮骤冷,得到端羧基聚苯乙烯,测得其拉伸弹性模量为2500MPa。

[0049] 在10g上述端羧基聚苯乙烯加入5g乳酸、10mL甲苯,于130℃反应3小时后,冷却到室温,溶液滴入搅拌的甲醇中沉淀,所得固体干燥后制得聚苯乙烯-聚乳酸共聚物D1。

[0050] 在10g上述端羧基聚苯乙烯加入5g己内酯、10mL甲苯,于130℃反应3小时后,冷却到室温,溶液滴入搅拌的甲醇中沉淀,所得固体干燥后制得聚苯乙烯-聚己内酯共聚物D2。

[0051] 在10g上述端羧基聚苯乙烯中加入10mL甲苯、5g乙交酯单体,然后升温至210℃反应3h后,抽真空30min将未反应的单体和少量低聚物除掉,冷却到室温,将所得固体干燥后制得聚苯乙烯-聚己内酯共聚物D3。

[0052] 实施例1~7:

按照表1所示的原料配方和重量份,按照如下方法制备得到本实施例的锂电池柔性隔膜:将聚合物A和聚合物D在按照一定配比混合均匀,在200℃下挤出、流延形成10微米的薄膜,然后将其浸入0.1mol/L的盐酸溶液中48h,取出用水清洗并于60℃干燥制得。

[0053] 表1:

实施例		1	2	3	4	5	6	7
聚合物 A	种类	A5	A1	A2	A2	A2	A4	A3
	含量	75	75	75	70	30	70	70
聚合物 B	种类	D3						
	含量	25	25	25	30	70	30	30

实施例8:

在实施例7的原料配方和制备方法的基础上,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.2mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0054] 实施例9:

在实施例7的原料配方和制备方法的基础上,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.3mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0055] 实施例10:

在实施例7的原料配方和制备方法的基础上,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.4mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0056] 实施例11:

在实施例7的原料配方和制备方法的基础上,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.5mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0057] 实施例12:

在实施例11的原料配方和制备方法的基础上,将聚合物D替换为D1,其他配方和制备方法不变,制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0058] 实施例13:

在实施例11的原料配方和制备方法的基础上,将聚合物D替换为D2,其他配方和制备方法不变,制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0059] 实施例14:

在实施例12的原料配方和制备方法的基础上,改变聚合物A和聚合物D的质量比为60/40,其他配方和制备方法不变,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.6mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0060] 实施例15:

在实施例12的原料配方和制备方法的基础上,改变聚合物A和聚合物D的质量比为40/60,其他配方和制备方法不变,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.8mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0061] 实施例16:

在实施例12的原料配方和制备方法的基础上,改变聚合物A和聚合物D的质量比为50/50,其他配方和制备方法不变,将制备得到的10微米的薄膜浸入0.7mol/L的盐酸溶液中48小时,取出用水清洗并于60℃干燥制得本实施例的柔性锂电池隔膜。

[0062] 对比例1:

用聚合物A1和5倍重量份的成膜用溶剂液体石蜡熔融混炼,将得到的熔融混合物在200℃进行挤出,并于5min内快速冷却到25℃,由此形成凝胶状成型物,对得到的凝胶状成型物在单轴方向实施3倍拉伸,在25℃用10倍拉伸膜质量的二氯甲烷溶解除去上述成膜用溶剂,于60℃干燥制备得到10微米厚的锂电池隔膜。

[0063] 对比例2:

用聚合物D1在200℃下挤出、流延形成10微米的薄膜,然后将其浸入0.1mol/L的盐酸溶液中48h,取出并用水清洗并于60℃干燥制备得到锂电池隔膜。

[0064] 对比例3:

按照实施例16相同的原料和配方,按照对比例1中相同的方法制备得到锂电池隔膜。

[0065] 将上述实施例和对比例制备得到的锂电池隔膜按照本发明提供的方法,进行相应性能测试,测试结果如表2和表3所示

表2:

性能	实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	实施 例 7	实施 例 8	实施 例 9	实施 例 10

聚合物 B 中 C 的质量分数 (%)	15	15	15	15	15	15	15	12	10	8
C 中聚酯嵌段的分子量占比 (%)	40	40	40	40	40	40	40	35	30	25
隔膜空孔率 (%)	30.4	30.7	31	33.1	35.3	34.2	34.9	37.4	39.6	41.7
隔膜平均孔径 (nm)	210	110	232	242	263	162	134	108	166	188
隔膜孔径变化率 (%)	16.5	15.8	14.3	13.4	11.8	12.4	11.2	10.4	10.6	10.7
隔膜拉伸弹性模量 (MPa)	165	163	160	150	143	138	132	123	115	104
隔膜断裂伸长率 (%)	164	171	178	165	186	195	202	206	209	213
隔膜透气性 (s/100cm ³)	498	496	494	478	466	470	462	445	423	408

表3:

性能	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15	实施例 16	对比例 1	对比例 2	对比例 3
聚合物 B 中 C 的质量分数 (%)	5	5	5	5	5	5	-	15	100
C 中聚酯嵌段的分子量占比 (%)	20	20	20	20	20	20	-	40	67
隔膜空孔率 (%)	44.5	46.7	48.2	50.2	56.4	53.9	50.3	56.8	36.8
隔膜平均孔径 (nm)	238	278	166	209	126	184	76	146	53
隔膜孔径变化率 (%)	10.6	9.8	9.1	9.5	9.3	9.4	89.8	-	67.2
隔膜拉伸弹性模量 (MPa)	90	83	74	68	54	60	9	1800	78
隔膜断裂伸长率 (%)	219	221	225	228	229	234	550	20	201
隔膜透气性 (s/100cm ³)	383	371	355	334	288	311	312	290	286

从表2和表3可以看出,本实施例的柔性锂电池隔膜的孔径、空孔率和透气性等性能优异,能满足锂电池隔膜的使用要求。同时,由于隔膜组分中聚合物A具有很小的100%定伸强度,赋予锂电池隔膜较低的拉伸弹性强度和较高断裂伸长率,体现出隔膜具有很好的柔性,可以运用到柔性电子元件中。本实施例的锂电池隔膜的孔都存在于聚合物B中,聚合物B的拉伸弹性模量很高,保证在隔膜沿MD方向拉伸1倍时,聚合物B的形变较小,其内部微

孔孔径的变化率小于30%，可以满足电池隔膜的使用要求和安全性。

[0066] 对比例1的锂电池隔膜只由聚合物A制备得到，不含有聚合物B和C，无法测定聚合物B中聚合物C的质量分数以及聚合物C中聚酯的分子量占比。本对比例制备得到的锂电池隔膜的柔性足够，但隔膜拉伸强度不够，并且，隔膜的孔都存在于聚合物A中，在锂电池隔膜沿MD方向拉伸1倍时，孔径变化率太大，影响电池的正常使用和安全。

[0067] 对比例2的锂电池隔膜只有聚合物B构成且孔都存在B中，但其拉伸强度太大，拉伸断裂伸长率太小，无法沿MD方向拉伸1倍，所以无法测试沿MD方向拉伸1倍后的孔径变化率，不适合运用在柔性电子元件中。

[0068] 对比例3的锂电池隔膜由聚合物A和B构成，但隔膜中的孔存在于聚合物A中，在锂电池隔膜沿MD方向拉伸1倍时，孔径变化率一样太大，影响电池的正常使用和安全。

[0069] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据以实施，并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本发明的保护范围之内。