



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115322655 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 11

(21) 申请号 202211239957.2

C09D 7/62 (2018.01)

(22) 申请日 2022.10.11

H01M 10/052 (2010.01)

(71) 申请人 拓迪新材料(苏州)有限公司

H01M 10/058 (2010.01)

地址 215127 江苏省苏州市苏州工业园区
圩浦路7号胜创科技园2幢2楼209室

H01M 50/124 (2021.01)

申请人 拓迪化学(上海)有限公司

(72) 发明人 蒋大伟 方旺胜 庄寅

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

专利代理师 杨云

(51) Int. Cl.

C09D 163/00 (2006.01)

C09D 163/02 (2006.01)

C09D 163/08 (2006.01)

C09D 163/04 (2006.01)

权利要求书2页 说明书15页 附图1页

(54) 发明名称

一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体、
包括该复合壳体的锂电池及生产方法

(57) 摘要

本发明涉及一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体、包括该复合壳体的锂电池及生产方法,该环氧金属复合壳体包括金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层;金属壳体厚度 $T_{\text{金}}$ 在0.5mm以上,环氧树脂涂层的厚度 $T_{\text{环}}$ 小于 $20\mu\text{m}$,包括如下原料组分:环氧树脂、稀释剂、固化剂、填料和偶联剂;一种锂电池,包括锂电池电芯以及容置该锂电池电芯的环氧金属复合壳体;一种锂电池的生产方法,包括如下步骤:制备金属壳体;制备环氧树脂涂覆料;涂覆形成环氧树脂涂层;放置电池电芯。本发明在金属壳体内侧复合的环氧树脂涂层具有超薄的厚度、优良的粘接性能、绝缘性能和耐电压击穿性能,显著提高了锂电池的能量密度和生产效率。



1. 一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体,其特征在于,包括金属壳体和复合在所述金属壳体内侧的环氧树脂涂层;所述金属壳体厚度 $T_{金}$ 在0.5mm以上,所述环氧树脂涂层的厚度 $T_{环}$ 小于 $20\mu m$,且满足: $T_{金}/100 \leq T_{环} \leq T_{金}/25$;

以重量份计,所述环氧树脂涂层包括如下原料组分:

环氧树脂 60-90份

稀释剂 0-40份

固化剂 1-30份

填料 5-20份

偶联剂 1-10份

其中,所述环氧树脂为(氢化)双酚A/F环氧树脂、脂环族环氧树脂、酚醛改性环氧树脂、二氧化双环戊二烯环氧树脂和固体环氧树脂中至少两种的组合;

所述固化剂是芳香胺、脂环胺、双胍类、六氟锑酸盐中的一种或两种的组合。

2. 如权利要求1所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,所述固体环氧树脂包括双环戊二烯酚醛环氧树脂、萘环型环氧树脂、苯氧型环氧树脂、联苯型环氧树脂、蒽型环氧树脂中的至少一种,且含量在35重量份以下。

3. 如权利要求1所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,所述稀释剂是苯基缩水甘油醚、乙烯基醚类、氧杂环丁烷中的一种或两种的组合,且含量为5-25重量份;所述偶联剂为硅烷偶联剂、钛酸酯偶联剂的至少一种。

4. 如权利要求1-3任一项所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,所述填料为滑石粉、轻质碳酸钙、勃姆石的一种或两种组合。

5. 如权利要求4所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,对所述填料进行表面硅包覆处理,包括如下步骤:

S1: 将十二烷基苯磺酸钠加入去离子水中,加热至 $75-90^{\circ}C$,搅拌至完全溶解;

S2: 将步骤S1得到的溶液温度调节为 $30-40^{\circ}C$,加入所述填料,搅拌得到混合乳液;

S3: 配置正硅酸乙酯的乙醇溶液;所述乙醇溶液中,水和乙醇的体积比为1:(2-8);

S4: 将步骤S2得到的混合乳液和步骤S3的正硅酸乙酯的乙醇溶液混合均匀;上述正硅酸乙酯的用量为填料重量的2-6%;

S5: 加入氨水将溶液pH调至9.5-10,温度保持在 $40-45^{\circ}C$,搅拌2-4h;

S6: 冷却至室温后离心过滤,将固体用无水乙醇反复清洗,真空干燥、研磨。

6. 如权利要求5所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,以重量份计,所述环氧树脂涂层包括如下组分:

环氧树脂 70-90份

稀释剂 5-20份

固化剂 5-25份

填料 10-20份

偶联剂 5-10份。

7. 如权利要求5或6所述的环氧金属复合壳体,其特征在于,所述金属壳体为冲压形成的铝壳,厚度为0.5-1.5mm。

8. 一种锂电池,其特征在于,包括锂电池电芯、以及权利要求1-7任一项所述的容置所

述锂电池电芯的环氧金属复合壳体。

9. 一种如权利要求8所述的锂电池的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

制备金属壳体;

制备环氧树脂涂覆料:

步骤1:将各环氧树脂依次加入反应釜内,升温后搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

步骤2:将填料、固化剂加入反应釜内,搅拌至混合均匀;

步骤3:将稀释剂、偶联剂加入反应釜内,搅拌5-10min,在真空下继续搅拌20-30min,过滤后得到所述环氧树脂涂覆料;

在金属壳体内侧涂覆所述环氧树脂涂覆料并固化以形成环氧树脂涂层;

放置电池电芯。

10. 一种如权利要求8所述的锂电池的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 制备金属壳体;

(2) 制备环氧树脂涂覆料:

S1:将各环氧树脂、稀释剂依次加入反应釜内,升温后搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

S2:将40-60重量%填料、偶联剂加入步骤S1的液体中,搅拌至混合均匀,过滤后得到A组分;

S3:将固化剂、40-60重量%填料依次加入反应釜搅拌至完全混合,过滤得到B组分;

S4:将A组分和B组分混合均匀,搅拌5-10min后开启真空,继续搅拌20-30min,过滤出料得到所述环氧树脂涂覆料;

在金属壳体内侧涂覆所述环氧树脂涂覆料并固化以形成环氧树脂涂层;

放置电池电芯。

一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体、包括该复合壳体的锂电池及生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于锂电池及其配件相关领域,尤其涉及一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体、包括该复合壳体的锂电池及生产方法。

背景技术

[0002] 目前,锂电池生产,尤其是锂电池电芯的生产组装是最为重要的环节之一,而锂电池电芯生产中,最重要的是性能与效率,因此在保证质量的前提下如何优化生产工艺、缩短生产时间、提高生产效率、节约生产成本至关重要。在传统的生产工艺中,将电池电芯外侧缠绕一层Mylar胶带作为防止漏电的绝缘介质再一起放入铝壳中,正、负极极片及隔膜卷绕或叠片并用Mylar胶带固定后装配形成电芯,由多个电芯通过串联或并联等方式连接,与其他零部件组合成模组,再由多个模组通过串联或并联等方式连接,与电气及机械系统、热管理系统、BMS等组成一个完整的电池。但由于Mylar胶带的厚度通常为40-50 μm ,甚至有的应用场景达到100 μm 厚,过厚的胶带占据电池内部较多的体积空间,影响电池的能量密度,降低电池的续航时间。

[0003] 专利CN213989005U公开了一种电芯Mylar膜及锂电池,其中电芯Mylar膜包括背面包覆片,所述背面包覆片在沿顶盖长度方向的两侧连接有侧面包覆片,每个侧面包覆片在远离背面包覆片的一侧连接有正面包覆片,所述背面包覆片的一侧还连接有底面包覆片,所述侧面包覆片上面向卷芯的一侧设有第一包覆部,所述第一包覆部与两个卷芯之间R角所围成的区域适配,所述第一包覆部的两侧镜像设有第二包覆部,每个所述第二包覆部与所述第一包覆部形成与卷芯侧面适配的圆弧形凹槽。通过利用Mylar膜与卷芯R角之间的空间,能够使电芯跟壳体贴合得更紧,使电芯各部分的受力均匀,增强电芯的循环性能。但是,该发明使用Mylar膜进行包覆的方式导致Mylar膜厚度较大,降低了电池能量密度,电池的可使用时间较短;同时,Mylar膜易发生膨胀破损,导致电池内部短路,安全风险较高;此外,包覆方式的繁杂及较高的破损率,都将影响生产效率、提高成本。

[0004] 专利CN106611828A公开了一种锂离子电池用复合隔离膜,其特征是将隔离膜所需各组分物料在酮类或羧酸酯类有机溶剂中,真空搅拌配制成隔离膜浆料,再以湿法辊刮连续涂布法在Mylar片载体上或电池的正极板或负极板上直接制得厚度为20-100 μm 的膜层。该发明所提出的隔离膜具有高孔隙率和高扭曲度的独特组合,制得的锂电池电阻值较低,电池大功率工作时产热少。该发明虽然考虑到使用涂料涂覆隔离膜至Mylar膜上,但是整体结构复杂,厚度依旧较高,影响电池的能量密度和使用寿命,且该发明耐电压击穿性能较差,成本较高,不能满足实际使用需求。

[0005] 因此,越来越多的锂电池开始使用其他材料、涂层等方式替代Mylar膜。专利CN107528014A公开了一种动力电池电芯,设于动力电池壳体内,所述动力电池电芯外部包裹电池隔膜。该发明的动力电池电芯采用的是无Mylar结构,利用电池隔膜取代Mylar薄膜来对动力电池电芯进行包裹以及防护。同时,还提供了一种包含有上述动力电池电芯的锂

电池,并提供了该锂电池的制备方法。该发明中的锂电池在现有电池的加工产线上无需添加任何多余步骤即可进行制备,方法简单易行,且制备出的锂电池内电芯结构稳定、绝缘性好,避免了电芯内部液体泄漏的隐患。但是其使用的电池隔膜需多层包裹以达到绝缘及耐腐蚀的目的,导致隔膜过厚,降低了电池密度,同时,该发明耐电压击穿性能较差,成本较高,电芯在生产运输中易发生晃动、偏移,影响了电池的使用寿命及安全性。

[0006] 因此,如何降低锂电池中非电芯体积,提高电池能量密度,同时保证锂电池的使用寿命及使用安全,降低生产成本和生产周期,是提供大容量高效率锂电池、以及扩展锂电池应用领域而亟待解决的技术问题。

发明内容

[0007] 针对上述现有技术中存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体、包括所述复合壳体的锂电池及该锂电池的生产方法。

[0008] 具体的,本发明提供一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体,包括金属壳体和复合在所述金属壳体内侧的环氧树脂涂层;所述金属壳体厚度 $T_{金}$ 在0.5mm以上,所述环氧树脂涂层的厚度 $T_{环}$ 小于20 μ m,且满足: $T_{金}/100 \leq T_{环} \leq T_{金}/25$;

以重量份计,所述环氧树脂涂层包括如下原料组分:

环氧树脂	60-90份
稀释剂	1-40份
固化剂	1-30份
填料	5-20份
偶联剂	1-10份

其中,环氧树脂为(氢化)双酚A/F环氧树脂、脂环族环氧树脂、酚醛改性环氧树脂、二氧化双环戊二烯环氧树脂和固体环氧树脂中至少两种的组合;固化剂是芳香胺、脂环胺、双胍类、六氟锑酸盐中的一种或两种的组合。

[0009] 本发明在厚度为0.5mm以上厚度的金属壳体内侧复合超薄的环氧树脂涂层,共同为待容纳电池提供安全稳定的容置环境,且尽可能降低锂电池中非电芯体积,提高电池能量密度。首先,根据电池体积和重量,选择金属壳体的厚度在0.5mm以上,优选0.5-1.5mm,为电池提供较好的力学支撑和保护;其次,在将环氧树脂涂层厚度控制在小于20 μ m的基础上,根据电池特性所确定的金属壳体厚度,进一步确定环氧树脂涂层厚度,整体而言,满足 $T_{金}/100 \leq T_{环} \leq T_{金}/25$,其中, $T_{金}$ 为金属壳体厚度, $T_{环}$ 为环氧涂层厚度;优选的,在金属壳体的底部和开口部,环氧树脂涂层厚度满足: $T_{金}/50 \leq T_{环} \leq T_{金}/25$;在金属壳体的中间部,环氧树脂涂层满足: $T_{金}/100 \leq T_{环} \leq T_{金}/50$,从而满足金属壳体内部不同区域的电池定位和防护需求。

[0010] 进一步的,所述固体环氧树脂包括双环戊二烯酚醛环氧树脂、萘环型环氧树脂、苯氧型环氧树脂、联苯型环氧树脂、蒽型环氧树脂中的至少一种。按质量百分比计,固体环氧树脂的含量在35重量份以下,优选在30重量份以下。其中,环氧树脂中的(氢化)双酚A/F环氧树脂、脂环族环氧树脂、酚醛改性环氧树脂、二氧化双环戊二烯环氧树脂为液态环氧树脂。

[0011] 苯环、苯环氢化后的环己烷、桥环等结构提供涂层的内聚强度,提高涂层对铝壳的粘接;环氧本身优异的电气绝缘性在配合少量填料的协同作用,可以实现薄层的耐电压击

穿性能。

[0012] 进一步的,稀释剂是苯基缩水甘油醚、乙烯基醚类、氧杂环丁烷的一种或两种的组合。若将稀释剂联用,苯基缩水甘油醚与乙烯基醚类的质量百分比比例优选(70-90):(10-30),苯基缩水甘油醚与氧杂环丁烷的质量百分比比例优选(60-80):(20-40)。

[0013] 进一步的,偶联剂为硅烷偶联剂、钛酸酯偶联剂的至少一种,当两种偶联剂联用时,硅烷偶联剂与钛酸酯偶联剂的质量百分比比例优选(60-80):(20-40)。本发明使用的偶联剂包括: γ -(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷、 γ -(甲基丙烯酰氧)丙基三甲氧基硅烷、N-(β -氨乙基)- γ -氨丙基甲基二甲氧基硅烷、巯基丙基三甲氧基硅烷、双(二辛氧基焦磷酸酯基)乙撑钛酸酯、异丙基三(二辛基焦磷酸酰氧基)钛酸酯、异丙基三油酸酰氧基钛酸酯中的一种或多种组合。

[0014] 进一步的,填料为滑石粉、轻质碳酸钙、勃姆石的一种或两种组合;当填料联用时,滑石粉与勃姆石的质量百分比比例优选(30-60):(40-70),轻质碳酸钙与勃姆石的质量百分比比例优选(20-30):(70-80)。

[0015] 为了提高填料在基体中的相容性和分散性,优选对所述填料进行表面硅包覆处理,经过该处理,提高了填料表面活性及稳定性,配合原料组分中的偶联剂,能够提高进一步填料的相容性和分散性。

[0016] 所述硅包覆处理具体包括如下步骤:

S1:将十二烷基苯磺酸钠加入去离子水中,加热至75-90 $^{\circ}$ C,搅拌至完全溶解;

S2:将步骤S1得到的溶液温度调节为30-40 $^{\circ}$ C,加入所述填料,高速搅拌1.5-2h,得到混合乳液;

S3:配置正硅酸乙酯(TEOS)的乙醇溶液;所述乙醇溶液中,水和乙醇的体积比为1:(2-8);

S4:将步骤S2得到的混合乳液和步骤S3的正硅酸乙酯(TEOS)的乙醇溶液混合均匀;上述正硅酸乙酯(TEOS)的用量为填料重量的2-6%;

S5:加入氨水将溶液pH调至9.5-10,温度保持在40-45 $^{\circ}$ C,低速度搅拌2-4h,优选2.5-3.5h;

S6:冷却至室温后离心过滤,将固体用无水乙醇反复清洗,真空干燥、研磨。

[0017] 优选的,以重量份计,环氧树脂涂层包括如下组分:

环氧树脂 70-90份

稀释剂 5-20份

固化剂 5-25份

填料 10-20份

偶联剂 5-10份。

[0018] 关于金属壳体的制造方法,本领域常用的金属成型方法均可选用,相比于焊接、浇铸等方法,冲压成型金属壳体有利于得到整体性好、厚度可控、力学性能较高的金属壳体;而铝质壳体以其质轻、便于加工等优异的综合性能成为优选的金属壳体。为了安全稳定的容置电池,且提供足够的力学支撑和保护,金属壳体的厚度优先0.5-1.5mm,更优选0.5-1mm。

[0019] 第二方面,本发明提供一种锂电池,包括锂电池电芯、以及容置锂电池电芯的环氧

金属复合壳体。该锂电池的组成、结构简单,制造方法简便、高效,通过该环氧金属复合壳体的设计,能够将空间和成本集中在了锂电池电芯的生产方面,提高了锂电池的核心价值。

[0020] 第三方面,针对上述锂电池,本发明还提供一种锂电池的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 制备金属壳体;

(2) 制备环氧树脂涂覆料:

步骤1:将各环氧树脂依次加入反应釜内,升温至50-60℃,以50-100rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

步骤2:将填料、固化剂加入反应釜内,以10-20rpm的速度搅拌至混合均匀;

步骤3:将稀释剂、偶联剂加入反应釜内,以20-30rpm的速度搅拌5-10分钟,在真空-0.07±0.01MPa下搅拌20-30分钟,过滤后得到所述环氧树脂涂覆料;

(3) 在金属壳体内侧涂覆所述环氧树脂涂覆料并固化以形成环氧树脂涂层;

(4) 放置电池电芯。

[0021] 第四方面,提供另一种锂电池的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 制备金属壳体;

(2) 制备环氧树脂涂覆料:

S1:将各环氧树脂、稀释剂依次加入反应釜内,升温至50-60℃后以50-100rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

S2:将填料、偶联剂加入步骤S1的液体中,以30-50rpm的速度搅拌至混合均匀,过滤后得到A组分;

S3:将固化剂、填料依次加入反应釜以30-50rpm的速度搅拌至完全混合,过滤得到B组分;

S4:将A组分和B组分混合均匀,以20-30rpm的速度搅拌5-10min,开启真空-0.07±0.01MPa,继续搅拌20-30分钟,过滤出料得到所述环氧树脂涂覆料。

[0022] (3) 在金属壳体内侧涂覆所述环氧树脂涂覆料并固化以形成环氧树脂涂层;

(4) 放置电池电芯。

[0023] 本发明上述步骤(3)中涂覆所述环氧树脂涂覆料以形成环氧树脂涂层采用连续喷涂的方式,喷涂后采用热固化或者热固化与光固化相结合的方式完成环氧树脂涂层的固化,固化后的涂层具有很高的粘结性能、绝缘性能以及耐电解液性能。

[0024] 固化后的涂层以苯环、环己烷、桥环等纯碳链、环氧活性官能团的碳-氧单键、以及胺类固化剂体系中存在的碳-氮单键为主链结构,体系极性较低,且环氧胶的反应为环氧先开环、在扩链聚合反应的特点、体系收缩小、交联体系的结构致密、与界面的结合紧密,对电解液有极好的耐受性,由于涂层的具有较高的玻璃化转变温度,即使在高温下,对电解液仍有极强的耐受性,同时不影响其可靠性。

本发明,优点具体在于:

1) 本发明采用环氧树脂固化技术,在铝壳内侧连续喷涂并固化,形成一层绝缘且耐电解液的涂层,该涂层厚度小于20μm,能够替代Mylar胶带,减小非电池电芯体积,提高电芯在铝壳内部的体积占有率,提高能量密度;环氧涂层优异的粘结性能和耐刮擦性能能够很好的固定电芯,降低电芯在生产、运输和使用中的晃动、偏移等而导致的安全风险;此外,

环氧连续喷涂和固化技术,能够有效缩短生产周转,减少生产设备的数量和占地面积,节约人力成本,提高生产效率,进而显著提高产能。

[0025] 2) 经过大量实验及实际生产线测试,本发明在将环氧树脂涂层厚度控制在小于20 μm 的基础上,根据电池特性所确定的金属壳体厚度,进一步确定环氧树脂涂层厚度,整体而言,满足 $T_{\text{金}}/100 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/25$,其中, $T_{\text{金}}$ 为金属壳体厚度, $T_{\text{环}}$ 为环氧涂层厚度;优选的,在金属壳体的底部和开口部,环氧树脂涂层厚度满足: $T_{\text{金}}/50 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/25$;在金属壳体的中间部,环氧树脂涂层满足: $T_{\text{金}}/100 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/50$,从而满足金属壳体内部不同区域的电池定位和保护需求。

[0026] 3) 经过大量对比实验,本发明所采用的环氧树脂涂层具有科学的组分选择和用量比例。首先,涂层固化前为液态,能够充分浸润铝壳内侧表面;苯环、苯环氢化后的环己烷、桥环等刚性结构提供涂层的内聚强度,提高涂层对铝壳的粘接;环氧本身优异的电气绝缘性在配合少量填料,特别是经表面处理的填料的协同作用,可以实现薄层的耐电压击穿性能;其次,固化后的涂层以苯环、环己烷、桥环等纯碳链、环氧活性官能团的碳-氧单键、以及胺类固化剂体系中存在的碳-氮单键为主链结构,整体体系极性较低,且环氧胶水的反应为环氧先开环、在扩链聚合反应的特点、体系收缩小、交联体系的结构致密、与界面的结合紧密,对电解液有极好的耐受性;涂层的具有较高的玻璃化转变温度,即使在高温下,对电解液仍有极强的耐受性,且较高的玻璃化转变温度,可以确保在经历高低温冲击测试时,涂层处于较低的膨胀系数,与铝壳仍具有很好的粘接性能、绝缘性以及耐电解液性能,保证可靠、安全、稳定的应用在电池电芯内。

附图说明

[0027] 图1为本发明实施例1的实物测试后的照片;

图2为对比例1经历耐磨性测试后表面形貌的照片。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合实施例对本发明作进一步地详细描述。

[0029] 一种锂电池,包括一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体,该环氧金属复合壳体包括金属壳体和复合在所述金属壳体内侧的环氧树脂涂层;所述金属壳体厚度 $T_{\text{金}}$ 在0.5mm以上,所述环氧树脂涂层的厚度 $T_{\text{环}}$ 小于20 μm ,且满足: $T_{\text{金}}/100 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/25$;优选的,在金属壳体的底部和开口部,环氧树脂涂层厚度满足: $T_{\text{金}}/50 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/25$;在金属壳体的中间部,环氧树脂涂层满足: $T_{\text{金}}/100 \leq T_{\text{环}} \leq T_{\text{金}}/50$;

以重量份计,所述环氧树脂涂层包括如下原料组分:

环氧树脂	60-90份
稀释剂	1-40份
固化剂	1-30份
填料	5-20份
偶联剂	1-10份

优选地,以重量份计,环氧树脂涂层包括如下组分:

环氧树脂	70-90份
稀释剂	5-20份
固化剂	5-25份
填料	10-20份
偶联剂	5-10份

其中,环氧树脂为(氢化)双酚A/F环氧树脂、脂环族环氧树脂、酚醛改性环氧树脂、二氧化双环戊二烯环氧树脂和固体环氧树脂中至少两种的组合;固体环氧树脂包括双环戊二烯酚醛环氧树脂、萘环型环氧树脂、苯氧型环氧树脂、联苯型环氧树脂、蒽型环氧树脂中的至少一种,且按质量百分比计,固体环氧树脂的含量不超过25%。

[0030] 固化剂是芳香胺、脂环胺、双胍类、六氟锑酸盐中的一种或两种的组合。

[0031] 稀释剂是苯基缩水甘油醚、乙烯基醚类、氧杂环丁烷的一种或两种的组合。若将稀释剂联用时,苯基缩水甘油醚与乙烯基醚类的质量百分比比例为(70-90):(10-30),苯基缩水甘油醚与氧杂环丁烷的质量百分比比例为(60-80):(20-40)。

[0032] 偶联剂为硅烷偶联剂、钛酸酯偶联剂的至少一种,当两种偶联剂联用时,硅烷偶联剂与钛酸酯偶联剂的质量百分比比例为(60-80):(20-40)。

[0033] 填料为滑石粉、轻质碳酸钙、勃姆石的一种或两种组合;当填料联用时,滑石粉与勃姆石的质量百分比比例为(30-60):(40-70),轻质碳酸钙与勃姆石的质量百分比比例为(20-30):(70-80)。

[0034] 优选对所述填料进行表面硅包覆处理,包括如下步骤:

S1:将十二烷基苯磺酸钠加入去离子水中,加热至75-90℃,搅拌至完全溶解;

S2:将步骤S1得到的溶液温度调节为30-40℃,加入所述填料,搅拌得到混合乳液;

S3:配置正硅酸乙酯(TEOS)的乙醇溶液;所述乙醇溶液中,水和乙醇的体积比为1:

(2-8);

S4:将步骤S2得到的混合乳液和步骤S3的正硅酸乙酯(TEOS)的乙醇溶液混合均匀;上述正硅酸乙酯(TEOS)的用量为填料重量的2-6%;

S5:加入氨水将溶液pH调至9.5-10,温度保持在40-45℃,搅拌2-4h;

S6:冷却至室温后离心过滤,将固体用无水乙醇反复清洗,真空干燥、研磨。

[0035] 金属壳体为冲压形成的铝壳,厚度为0.5-1.5mm。

[0036] 根据环氧树脂涂覆料的制备方法不同,锂电池的生产方法亦不同。

[0037] 第一种生产方法:

环氧树脂涂覆料采用单组分的制备方式,生产锂电池的具体步骤如下:

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0038] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料:

1. 将各环氧树脂依次加入反应釜内,升温至50-60℃,以50-100rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

2. 将填料、固化剂加入反应釜内,以10-20rpm的速度搅拌至混合均匀;

3. 将稀释剂、偶联剂加入反应釜内,以20-30rpm的速度搅拌5-10分钟,在真空-0.07±0.01MPa下搅拌时间20-30分钟,过滤后得到环氧树脂涂覆料;

步骤3:将步骤2制备的环氧树脂涂覆料连续喷涂于步骤1制备的铝壳内侧,采用热

固化或光热结合固化的方式形成环氧树脂涂层；

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯,制备得到锂电池。

[0039] 第二种生产方法:

环氧树脂涂覆料采用双组分的制备方式,生产锂电池的具体步骤如下:

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0040] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料:

1.将各环氧树脂、稀释剂依次加入反应釜内,升温至50-60℃后以50-100rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

2.将填料、偶联剂加入步骤S1的液体中,以30-50rpm的速度搅拌至混合均匀,过滤后得到A组分;

3.将固化剂、填料依次加入反应釜以30-50rpm的速度搅拌至完全混合,过滤得到B组分;

4.将A组分和B组分混合均匀,以20-30rpm的速度搅拌5-10min,开启真空-0.07±0.01MPa,搅拌时间20-30分钟,过滤出料得到环氧树脂涂覆料。

[0041] 步骤3:将步骤2制备的环氧树脂涂覆料连续喷涂于步骤1制备的铝壳内侧,采用热固化或光热结合固化的方式形成环氧树脂涂层;

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯,制备得到锂电池。

[0042] 以下通过具体的实施例和对比例对本发明进一步说明。本发明实施例中所涉及原料具体为:

双酚A环氧树脂(牌号128,当量175-195);

氢化双酚A环氧树脂(牌号YX8000,当量190-215);

脂环族环氧树脂(牌号2021p,当量120-140);

双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H,当量120-200)、(牌号EP7200S,当量165-109);

二氧化双环戊二烯环氧树脂(牌号EP 4088s,当量175-205);

稀释剂(牌号ED 509s,当量200-300);

双胍固化剂(牌号VDH);

芳香胺固化剂(牌号Aradur 5200);

六氟锑酸盐(牌号CXC 1612);

勃姆石(牌号BG 601);

硅烷偶联剂(牌号A-187)。

[0043] 实施例及其所用具体原料仅是对本发明做出更为清晰的示例和说明,并非对本发明原料选择的绝对限制。

[0044] 实施例1

一种锂电池,包括锂电池电芯、容置该锂电池电芯的环氧金属复合壳体,该环氧金属复合壳体包括厚度为0.5mm的金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层,所述环氧树脂涂层的厚度为10μm,该环氧树脂涂层以重量份计,包括如下原料组分:

50份双酚A环氧树脂、20份二氧化双环戊二烯环氧树脂;

10份 稀释剂;

25份 双胍固化剂；

10份 勃姆石；

5份 硅烷偶联剂；

生产锂电池的具体步骤如下：

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0045] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料：

1.将50份双酚A环氧树脂和20份二氧化双环戊二烯环氧树脂依次加入反应釜内，升温至55℃，以80rpm的速度搅拌，直至液体澄清透明，冷却至室温；

2.将勃姆石、双胍固化剂加入反应釜内，以15rpm的速度搅拌至混合均匀；

3.将稀释剂、硅烷偶联剂加入反应釜内，以25rpm的速度搅拌10分钟，在真空0.01MPa下搅拌时间30分钟，过滤后得到环氧树脂涂覆料；

步骤3:将环氧树脂涂覆料连续喷涂于铝壳内侧，采用热固化的方式形成环氧树脂涂层；

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯，制备得到锂电池。

[0046] 实施例2

一种锂电池，包括一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体，该环氧金属复合壳体包括厚度为0.5mm的金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层，所述环氧树脂涂层的厚度为10μm，该环氧树脂涂层以重量份计，包括如下原料组分：

40份氢化双酚A环氧树脂、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)、10份二氧化双环戊二烯环氧树脂；

20份 稀释剂

25份 双胍固化剂

10份 勃姆石

5份 硅烷偶联剂

生产锂电池的具体步骤如下：

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0047] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料：

1.将40份氢化双酚A环氧树脂、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)和10份二氧化双环戊二烯环氧树脂依次加入反应釜内，升温至55℃，以80rpm的速度搅拌，直至液体澄清透明，冷却至室温；

2.将勃姆石、双胍固化剂加入反应釜内，以15rpm的速度搅拌至混合均匀；

3.将稀释剂、硅烷偶联剂加入反应釜内，以25rpm的速度搅拌10分钟，在真空0.01MPa下搅拌时间30分钟，过滤后得到环氧树脂涂覆料；

步骤3:将环氧树脂涂覆料连续喷涂于铝壳内侧，采用热固化的方式形成环氧树脂涂层；

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯，制备得到锂电池。

[0048] 实施例3

一种锂电池，包括一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体，该环氧金属复合壳体包括厚度为0.5mm的金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层，所述环氧树脂涂

层的厚度为10 μ m,该环氧树脂涂层以重量份计,包括如下原料组分:

40份环氧树脂为双酚A环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)、10份二氧化双环戊二烯环氧树脂;

10份勃姆石

5份硅烷偶联剂

生产锂电池的具体步骤如下:

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0049] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料:

1.将40份环氧树脂为双酚A环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、10份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)和10份二氧化双环戊二烯环氧树脂依次加入反应釜内,升温至55 $^{\circ}$ C后以580rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

2.将5份勃姆石、硅烷偶联剂加入步骤S1的液体中,以40rpm的速度搅拌至混合均匀,过滤后得到A组分;

3.将芳香胺固化剂、5份勃姆石依次加入反应釜以40rpm的速度搅拌至完全混合,过滤得到B组分;

4.将A组分和B组分混合均匀,以25rpm的速度搅拌10min,开启真空0.01MPa,搅拌时间30分钟,过滤出料得到环氧树脂涂覆料。

[0050] 步骤3:将环氧树脂涂覆料连续喷涂于铝壳内侧,采用热固化的方式形成环氧树脂涂层;

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯,制备得到锂电池。

[0051] 实施例4

一种锂电池,包括一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体,该环氧金属复合壳体包括厚度为0.5mm的金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层,所述环氧树脂涂层的厚度为10 μ m,该环氧树脂涂层以重量份计,包括如下原料组分:

45份双酚A环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、5份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)、10份二氧化双环戊二烯环氧树脂;

5份六氟锑酸盐

10份勃姆石

5份硅烷偶联剂

生产锂电池的具体步骤如下:

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0052] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料:

1.将45份双酚A环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、5份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)和10份二氧化双环戊二烯环氧树脂依次加入反应釜内,升温至55 $^{\circ}$ C,以80rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

2.将勃姆石、六氟锑酸盐加入反应釜内,以15rpm的速度搅拌至混合均匀;

3.将硅烷偶联剂加入反应釜内,以25rpm的速度搅拌10分钟,在真空0.01MPa下搅拌时间30分钟,过滤后得到环氧树脂涂覆料;

步骤3:将环氧树脂涂覆料连续喷涂于铝壳内侧,采用热固化的方式形成环氧树脂

涂层；

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯,制备得到锂电池。

[0053] 实施例5

一种锂电池,包括一种容置锂电池电芯的环氧金属复合壳体,该环氧金属复合壳体包括厚度为0.5mm的金属壳体和复合在金属壳体内侧的环氧树脂涂层,所述环氧树脂涂层的厚度为10 μ m,该环氧树脂涂层以重量份计,包括如下原料组分:

35份环氧树脂为双酚A环氧树脂、5份脂环族环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、5份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)、10份二氧化双环戊二烯环氧树脂;

5份 稀释剂

5份 六氟锑酸盐

10份 勃姆石

5份 硅烷偶联剂

生产锂电池的具体步骤如下:

步骤1:采用冲压成型的方式制备铝壳体。

[0054] 步骤2:制备环氧树脂涂覆料:

1.将35份环氧树脂为双酚A环氧树脂、5份脂环族环氧树脂、20份双环戊二烯酚醛环氧树脂(牌号EP 7200H)、5份双环戊二烯酚醛环氧树脂(EP 7200S)和10份二氧化双环戊二烯环氧树脂依次加入反应釜内,升温至55 $^{\circ}$ C,以80rpm的速度搅拌,直至液体澄清透明,冷却至室温;

2.将勃姆石、六氟锑酸盐加入反应釜内,以15rpm的速度搅拌至混合均匀;

3.将稀释剂、硅烷偶联剂加入反应釜内,以25rpm的速度搅拌10分钟,在真空0.01MPa下搅拌时间30分钟,过滤后得到环氧树脂涂覆料;

步骤3:将环氧树脂涂覆料连续喷涂于铝壳内侧,采用热固化的方式形成环氧树脂涂层;

步骤4:涂层固化完成后的铝壳中放置入电池电芯,制备得到锂电池。

[0055] 对比例1

本对比例主要将实施例1-5中生产方法的步骤2替换为现有技术专利CN109385235A的实施例4的相应方法,具体如下:

一种锂电池专用耐电解液胶黏剂和耐电解液胶带,由以下步骤制备得到,步骤一合成耐电解液胶黏剂,将20份的丙烯酸十八酯(SA)、6份的4-甲基丙烯酰氧基乙基偏苯三酸酐(4-META)、4份的丙烯腈(AN)、4份的四氢呋喃丙烯酸酯(THFA)、0.5份的自由基引发剂过氧化马来酸叔丁酯(TBMA)、0.5份的三氯化铁、0.8份的三苯基磷和60份的乙酸丁酯混合后,进行氮气除氧30分钟后,控温于85 $^{\circ}$ C,在氮气保护下进行反向原子转移自由基聚合(R-ARTP)聚合反应15小时,数均分子量(Mn)控制为48000,分子量多分散系数控制为1.2,反应温度降至20 $^{\circ}$ C,再加入9份的环氧化聚丁二烯(环氧值为0.54mol/100g,数均分子量为2066)和0.8份固化促进剂2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚进行混合后,获得锂电池专用耐电解液胶黏剂;以上均为质量份数。

[0056] 对比例2

本对比例将实施例1-5中生产方法的步骤2替换为现有技术专利CN113512374A的实施例8的相应方法,具体如下:

(1) 制备蓝色胶层用混合物:按质量百分比,将聚丙烯酸树脂(购自上海麦克林生化科技有限公司,固含量为30%)为80%、耐高温促进剂(购自衡水松杉化工有限公司)为2.5%、色母(购自东莞金塑颜塑胶科技有限公司)为1%、氢氧化铝粉(购自广州市新稀冶金化工有限公司)为15%、硬化剂(购自湖北形影河化工有限公司)1.5%和丙酮(购自温州鼎诚化工有限公司)为25%(占反应物料的25%) 在反应釜中混合搅拌3h,得到蓝色胶层用混合物;

在步骤(1)制备蓝色胶层用混合物中,对内层PET基材进行表面处理;

其中,内层PET基材表面处理的方法为:将PET薄膜基材浸泡在浓度为200g/L的氢氧化钠溶液中,在60℃下处理30min,使PET薄膜基材表面富含活性官能团,然后再浸泡在 γ -巯丙基三乙氧基硅烷、3,4-二甲氧基-5-羟基苯甲酸与乙酸乙酯的混合溶液中,混合溶液没过PET基材表面,然后在室温下处理30min, γ -巯丙基三乙氧基硅烷、3,4-二甲氧基-5-羟基苯甲酸与乙酸乙酯的质量比为1.5:0.75:30。处理结束后,用无水乙醇充分洗涤PET基材,并置于80℃下干燥25min,得到表面改性的内层PET基材。

[0057] 实施例1-5中各组分用量如下表1所示:

表1 实施例各组分用量

成分	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
双酚 A 环氧树脂 牌号 128, 当量 175-195	50	-	40	45	35
氢化双酚 A 环氧树脂 牌号 YX8000, 当量 190-215	-	40	-	-	-
脂环族环氧树脂 牌号 2021p, 当量 120-140	-	-	-	-	5
双环戊二烯酚醛环氧树脂 EP 牌号 7200H, 当量 120-200	-	10	20	20	20
双环戊二烯酚醛环氧树脂 EP 牌号 7200S, 当量 165-109	-	10	10	5	5
二氧化双环戊二烯环氧树脂 牌号 EP 4088s, 当量 175-205	20	10	10	10	10
稀释剂 牌号 ED 509s, 当量 200-300	10	20	-	-	5
双胍固化剂 VDH	25	25	-	-	-
芳香胺固化剂 Aradur 5200	-	-	20	-	-
六氟锑酸盐 CXC 1612	-	-	-	5	5
勃姆石 BG 601	10	10	10	10	10
硅烷偶联剂 A-187	5	5	5	5	5

测试内容及条件

(1) 粘度测试

测试方法:将常温粘度BROOKFIELD DV3T温度设置为25℃,清洁托盘并平衡校正,用注射器实时称取0.4mL胶水放入托盘中。选择51号转子,设置转速,保证扭矩在20%~80%之间。当粘度数据趋于稳定,波动不超过1%即可读数。

[0058] (2) 百格测试

测试方法:将胶水均匀涂在基材上,使用固化设备进行环氧热固化,静置10min,检查百格刀刀刃是否过度磨损,如磨损严重,更换刀片,将百格刀垂直于样品上,均匀施力,切出约20mm长的划痕,每个切割都应穿透至基材表面,在相同位置将百格刀水平于样品上,均匀施力,切出约20mm长的划痕,每个切割都应穿透至基材表面,用毛刷清理碎片,按均匀的速度拉出一段胶粘带,除去最前面的一段,然后剪下长约75mm的胶粘带,将该胶粘带的中心点放在网格上方,方向与一组切割线平行,用手指或橡皮擦把胶粘带在网格区上方的部位压平,胶粘带长度至少超过网格20mm,拉住胶带从单一方向以180°均匀的撕下胶带,重复两次实验,根据标准记录结果。

[0059] (3) 铅笔硬度测试

测试方法:使用三菱6B-9H铅笔作为测试标准,制备好测试样品,将安装好的铅笔

硬度计轻放在胶层边缘(未触碰到胶水),用手指抓住滑轮两侧,以5~10cm/s的速度单次向前推10mm,以肉眼观察涂层表面是否被划伤,依铅笔硬度的顺序。由硬到软逐步测试,直到笔尖完全不会刮伤涂层表面为止。

[0060] (4) 绝缘电阻测试

测试方法:使用HEX301直交流耐压绝缘测试仪进行测试,制备好测试样品,在基材两侧和背部贴上绝缘胶带,正负极夹住基板两侧,选择“绝缘电阻测试”,将测试条件调整为DC 1000V,5s,点击测试,并读取测试结果。

[0061] (5) 耐压测试

测试方法:HEX301直交流耐压绝缘测试仪进行测试,制备好测试样品,在基材两侧和背部贴上绝缘胶带,正负极夹住基板两侧,选择“直流耐压测试”,将测试条件调整为DC 4000V,60s,点击测试,读取测试结果,并重复验证25次。

[0062] (6) 剪切强度测试

测试方法:制备好测试基材-铝板,在基材一侧均匀涂布胶水,使用0.127mm的Spacer控制厚度、治具控制与另一片基材的粘接厚度与面积,在80℃1hrs/120℃30min/150℃30min(根据固化剂的不同,选择不同的固化条件)的条件下固化,冷却后以10mm/min的速度在万能拉力机上测试剪切强度。

[0063] (7) 耐磨性测试

测试方法:制备好测试样品,以ISO 1518为标准,负载1kg,摩擦介质CS-17,45循环/min,循环3000次。

[0064] (8) 耐电解液测试-溶出率测试

测试方法:取出约1.4g热固化好的胶水并称重,记下重量 M_1 ,将胶水置于西林瓶内,将西林瓶中加入7g电解液,记录重量 M_2 ,盖上盖子密封,将密封好的西林瓶放置于烘箱中,调至85℃烘烤24hrs,注射器抽取,滴入TGA坩埚中15~20mg,测试程序30~320℃升温,速率10℃/min,程序结束,记录300℃时重量剩余百分比A,并计算溶出率结果,计算公式为:

$$\text{溶出率} = A * M_2 * 100\% / M_1。$$

[0065] (9) 耐电解液测试-溶胀率测试

测试方法:取出约2g热固化好的胶水并称重,记下重量 M_1 ,将胶水置于PP杯内,将PP杯中加入50g电解液,盖上盖子,胶带密封,将密封好的PP杯放置于烘箱中,85℃烘烤24hrs,擦干胶水并立即称重,记录重量 M_2 ,溶胀率计算公式为:
溶胀率 = $(M_2 - M_1) * 100\% / M_1$ 。

[0066] (10) 水煮测试

测试方法:将制备好的测试样品,悬空放置在沸水中24小时,取出后进行百格测试、铅笔硬度测试以及绝缘电阻测试。

[0067] (11) 盐雾测试

测试方法:将制备好的测试样品,参照GB/T31467.3蓄电池包或系统盐雾要求,严酷等级(5)进行老化实验。

[0068] (12) 高低温冲击测试

测试方法:将制备好的测试样品,放入冷热冲击箱中48h,测试条件为-20℃/60℃各1hr*48hrs。

[0069] 实施例1-5及对比例1-2的测试结果见表2:

表2 测试结果

测试参数	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	对比例 1	对比例 2
粘度 (cps)	853	627	470	302	205	-	-
百格测试	0 级	0 级	0 级	0 级	0 级	-	-
各种可靠性测试后的百格测试	0 级	0 级	0 级	0 级	0 级	-	-
铅笔硬度	>3H	>3H	>2H	>3H	>3H	-	-
各种可靠性测试后的铅笔硬度	>3H	>3H	>2H	>3H	>3H	-	-
绝缘电阻 (GΩ)	>200	>200	>200	>200	>200	-	-
各种可靠性测试后的绝缘电阻 (GΩ)	>200	>200	>200	>200	>200	-	-
耐压 (4000v)	PASS	PASS	PASS	PASS	PASS	-	-
剪切强度 (MPa)	24.9	22.6	21.5	15.6	15.4	8.9 N/25mm	10.03 N/mm
各种可靠性测试后的剪切强度 (MPa)	> 24.1	> 21.5	> 20.9	> 14.5	> 14.1	8.3 N/25mm (85℃ 电解液 浸泡 200hrs)	无残 胶(常 温电 解液 浸泡3 天)
溶出率 (%)	0.21	0.25	0.15	0.17	0.12	-	-
耐磨性	无明显痕迹	无明显痕迹	无明显痕迹	无明显痕迹	无明显痕迹	-	-
溶胀率 (%)	0.49	0.55	0.41	0.29	0.32	-	-

结果分析

比较可见,实施例1与2之间的区别在于实施例2将环氧树脂的组成进行了调整,另外补充10份环氧活性稀释剂用于调整粘度,所以实施例2的粘度偏低,剪切强度稍低,耐电解液性能稍弱;实施例1与3之间的区别在于环氧树脂的组成与的固化剂种类不同,将双胍固化剂等效替换成芳香胺固化剂,且实施例3的制备方式不同,使用前需先混合,因此实施例3的硬度偏低,韧性好,粘结力高,耐电解液性能好;实施例1与4和5之间的区别在于环氧树脂的组成和的固化剂种类不同,将双胍固化剂等效替换成阳离子热固化剂六氟锑酸盐,实施例4和5的粘度低,硬度高,粘结力高,耐电解液性能好。

[0070] 由表2可知,本发明实施例1-5所制备的涂覆料的粘度在200至900的范围内,均可满足喷涂工艺所需的粘度要求,只是实施例1-3的粘度相较于实施例4和5偏高,施胶时稍有难度。

[0071] 根据百格测试的测试结果可知本发明所制备的绝缘涂层的附着力处于现有测试标准的上限,本发明的环氧树脂绝缘涂层均是合格产品,有利于缩短组装的保压时间。

[0072] 铅笔硬度测试的结果表明本发明所制备的绝缘涂层的附着力均大于2H,符合绝缘涂层H铅笔硬度的要求。

[0073] 绝缘电阻测试的测试表明本发明所制备的绝缘涂层的绝缘电阻,以及经各种可靠性测试后的绝缘电阻,均超过设备的最大量程200G Ω ,电流也无限小以至无法读取,符合绝缘涂层绝缘的要求。

[0074] 耐压测试的结果表明本发明所制备的绝缘涂层可耐受住4000V直流电60s,符合绝缘涂层绝缘的要求,同时,本发明可以通过调整配方来调整用于锂电池的环氧涂层的绝缘性能、耐电解液性能等,以适应不同的电芯尺寸及应用环境的需求。

[0075] 剪切强度的测试结果表明本发明所制备的绝缘、耐电解液环氧涂层的剪切强度均大于15MPa,各种可靠性老化测试1000小时后均大于13MPa,可满足使用需求。

[0076] 耐磨性测试的结果表明本发明所制备的绝缘涂层表面无明显痕迹,而市售的涂层表面略有泛白,可见本发明的绝缘涂层质量合格,且本发明可以通过调整配方来调整锂电池固化绝缘涂层的耐磨性,以适应不同的电芯尺寸及应用环境的需求。

[0077] 溶出率测试结果表明本发明所制备的涂层在经电解液热老化后溶出率在0.25%以下,对比例1采用与本专利相同的测试温度测试200小时后的衰减 $<10\%$,但初始的剥离力很低,粘结性能弱;对比例2采用常温电解液浸泡的方式评价胶水的耐电解液性能,条件过于温和,未能体现胶水在高温下的耐电解液性能;高温电解液浸泡是普通胶水难以耐受的条件,在该条件下,普通胶水的耐电解液性能基本丧失。

[0078] 溶胀率测试结果表明本发明所制备的涂层在经电解液热老化后溶胀率在0.55%以下,可见本发明的涂层质量稳定,是合格产品。

[0079] 水煮和盐雾后的测试结果表明本发明所制备的绝缘涂层在经水煮测试老化后百格测试、铅笔硬度测试、绝缘电阻以及剪切强度测试的衰减均 $<10\%$,本发明的绝缘、耐电解液涂层是合格产品。

[0080] 高低温冲击测试后的测试结果表明本发明所制备的绝缘涂层在经冷热极端条件后最终强度的未发生明显衰减(衰减 $<10\%$),本发明的绝缘、耐电解液涂层是合格产品。

[0081] 以上介绍了本发明的较佳实施方式,旨在使得本发明的精神更加清楚和便于理解,并不是为了限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的修改、替换、改进,均应包含在本发明所附的权利要求概括的保护范围之内。



图1



图2