



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115073975 A

(43) 申请公布日 2022.09.20

(21) 申请号 202210684547.2

H01L 51/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.16

H01L 51/44 (2006.01)

(71) 申请人 武汉理工大学

B05D 5/00 (2006.01)

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

(72) 发明人 钟杰 熊伊鸣 朱雪浩

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

专利代理师 崔友明 李欣荣

(51) Int. Cl.

C09D 105/08 (2006.01)

C09D 171/02 (2006.01)

C09D 129/04 (2006.01)

C09D 139/06 (2006.01)

C09D 7/61 (2018.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

一种应用于钙钛矿太阳能电池的可生物降解固铅封装涂层及其制备和封装方法

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于钙钛矿太阳能电池的可生物降解固铅封装涂层,首先采用天然生物高分子溶液为基底溶液,向其中依次滴加交联改性剂溶液进行搅拌反应,再加入水溶性增强高分子,进行共混得涂层前体溶液,再采用覆膜方式将其成膜在封装盖板基底上。采用简便可重复的覆膜技术方式将预成膜前体溶液成膜于透明的封装盖板上,通过数微米的固铅涂层和盖板的封装保护,实现对钙钛矿太阳能电池隔水隔氧的保护同时,提升器件在受到如冰雹等恶劣天气状况下受到破坏的概率;涉及的封装涂料及其封装方法具有成本低、绿色环保性,涂层材料可生物降解等优点,适合推广应用。

1. 一种应用于钙钛矿太阳能电池的可生物降解固铅封装涂层,其特征在于,采用天然生物高分子溶液为基底溶液,在室温下向其中滴加交联改性剂溶液进行搅拌反应,再加入水溶性增强高分子,进行共混得涂层前体溶液,最后采用覆膜方式将其成膜在封装盖板基底上。

2. 根据权利要求1所述的可生物降解固铅封装涂层,其特征在于,所述天然生物高分子为壳聚糖,其脱乙酰度为70~98%;采用的交联改性剂为磷酸三钾、磷酸铵、磷酸二氢钾、磷酸二氢铵、磷酸氢二钾、磷酸氢二铵、焦磷酸钾、聚磷酸钾、乙二胺四乙酸、乙二胺四乙酸二钠、乙二醇双(2-氨基乙基醚)四乙酸中的一种或者几种;采用的水溶性增强高分子为聚乙二醇、聚乙二醇二丙烯酸酯、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醇、聚乙烯亚胺、聚丙烯酰胺中的一种或几种。

3. 根据权利要求1所述的可生物降解固铅封装涂层,其特征在于,所述涂层前体溶液中天然生物高分子基底、水溶性增强高分子和交联改性剂的质量比为1.5~5:0.5~3:0.1~1;其中天然生物高分子溶液的浓度为0.2~2wt%。

4. 权利要求1~3任一项所述可生物降解固铅封装涂层的制备方法,其特征在于,包括如下具体步骤:

1) 以乙酸水溶液为溶剂,向其中加入天然生物高分子,搅拌均匀至完全溶解,得基底溶液;将交联改性剂溶于水中,搅拌至完全溶解后,于基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌,静置;然后向所得混合溶液中加入水溶性增强高分子,共混搅拌均匀至完全溶解,静置脱泡后,得涂层前体溶液;

2) 对封装盖板基底进行清洗,再将所得预成膜的涂料溶液在加热的基底上覆膜,形成可生物降解的固铅封装涂层,得表面设置可生物降解固铅封装涂层的盖板。

5. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,步骤2)所述覆膜工艺包括喷涂覆膜工艺、刮涂覆膜工艺或旋涂覆膜工艺。

6. 根据权利要求5所述的制备方法,其特征在于,所述喷涂工艺采用的具体参数包括:喷枪的喷嘴口径为0.3~0.5mm,喷枪压力为0.05~0.15MPa,喷枪到基底高度为8~20cm,基底加热温度为100~140℃;刮涂工艺采用的具体参数包括:刮刀距基底间隙为50~350um,刮刀涂布速度为0.5~10cm/s,刮涂后基底加热温度为60~90℃,基底加热时间为0.5~5min;旋涂采用的具体工艺参数包括:旋涂速度为500~3500rpm,旋涂时间为15~60s,旋涂后基底加热温度为60~90℃,基底加热时间为0.5~5min。

7. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,步骤2)所述透明封装盖板基底为刚性封装盖板或柔性封装盖板。

8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,所述刚性封装盖板为钠钙封装玻璃、石英封装玻璃、超白封装玻璃或钢化封装玻璃,柔性封装盖板为聚对苯二甲酸乙二醇酯膜、聚萘二甲酸乙二醇酯膜、聚丙烯酯膜、聚氯乙烯膜、聚甲基硅氧烷膜中的一种。

9. 一种权利要求1~3任一项所述可生物降解的固铅封装涂层或4~6任一项所述制备方法制备的可生物降解的固铅封装涂层在封装钙钛矿太阳能领域中的应用,其特征在于,具体封装步骤包括如下:

1) 在封装盖板基底表面设置可生物降解固铅封装涂层,得装涂层盖板;

2) 清除钙钛矿太阳能电池器件四周残余钙钛矿,将边封胶粘贴在电池器件的四周,将

所得封装涂层盖板贴合设置在钙钛矿太阳能电池器件金属电极的表面,并与边封胶粘贴相连,实现对钛矿太阳能电池器件中各功能层的密封。

10. 根据权利要求9所述的应用,其特征在于,所述钙钛矿太阳能电池包括依次设置的导电玻璃、电子传输层、钙钛矿吸光层、空穴传输层和金属电极,具体封装过程中所述的固铅封装涂层盖板贴合设置在金属电极表面,并与边封胶层相连形成密封电子传输层、钙钛矿吸光层、空穴传输层和金属电极的空间。

一种应用于钙钛矿太阳能电池的可生物降解固铅封装涂层及其制备和封装方法

技术领域

[0001] 本发明属于封装技术领域,具体涉及一种可生物降解的固铅封装涂层及其制备和封装方法。

背景技术

[0002] 近年来,有机-无机混合卤化铅钙钛矿由于其优异的光电性能、良好的溶液处理性质和与柔性基板的兼容性,作为光伏产品引起了人们的广泛关注。如今单结钙钛矿太阳能电池的功率转换效率已超过25%;与此同时,其稳定性也得到了显著提高。然而,采用钙钛矿光伏技术的一个突出问题是器件中铅的毒性。世界各地对含铅废水的排放和生活饮用水中的铅含量都有明确的规定和严格的控制。

[0003] 当被不可抗拒的自然天气因素或外力破坏时,在光电器件中的有毒铅很容易渗入到环境中,对人类健康构成威胁。目前已经有一些技术或措施可以减缓该问题,如利用非铅的锡基钙钛矿材料替代含铅的钙钛矿吸光层,但因为 Sn^{2+} 很容易被氧化为 Sn^{4+} ,器件的效率和稳定性均会受到影响;采用聚合物alkoxy-PTEG作为空穴传输层和功能化二维金属有机框架作为电子传输层也被报道可螯合铅离子,从而减少铅泄漏,然而由于空穴传输层和电子传输层的厚度仅不到30nm,不足以完全吸附800nm左右厚的钙钛矿层中的铅离子;使用自愈树脂材料对钙钛矿太阳能电池进行封装一定程度上可防止破损时的铅泄露,但物理结构上的封闭阻塞只能暂时降低铅的泄露速度,仍不能稳定控制最终在环境中铅的泄露,因为在极端天气条件下铅仍然可以随着雨水从太阳能电池板中泄漏出来;在钙钛矿太阳能电池的两侧应用了EDTMP和DMDP铅吸附层,或使用石墨烯气凝胶(S-GA)与聚二甲基硅氧烷(PDMS)混合涂覆等封装方法大大减少了约96%的铅泄漏,然而由于材料高昂的价格和生产技术手段的复杂使其投入实际生产应用受到限制;使用价格低廉的阳离子交换树脂(CERs)作为铅吸附涂层可以有效地减少损坏的钙钛矿太阳能组件的铅泄漏,但阳离子交换树脂粉末难以回收和不可自然降解又为后续的处理增添了麻烦。为此在不影响设备性能的前提下,使用更加简便合理、更加绿色环保、更加经济的高适用性封装技术正在成为控制钙钛矿太阳能电池铅泄露的主要的技术发展方向。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术存在的问题和不足,提供一种用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露涂层,可有效解决现有钙钛矿太阳能电池受损后铅泄露等问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种可生物降解的固铅封装涂层,采用天然生物高分子溶液为基底溶液,在搅拌基底溶液的过程中逐滴滴加交联改性剂溶液,在室温下滴加完全后,再加入水溶性增强高分子,共混搅拌均匀至完全溶解,得涂层前体溶液,后续采用覆膜方式将其成膜在封装盖板基底上。

[0007] 上述方案中,所述天然生物高分子为壳聚糖,其脱乙酰度为70~98%;采用的交联改性剂为磷酸三钾、磷酸铵、磷酸二氢钾、磷酸二氢铵、磷酸氢二钾、磷酸氢二铵、焦磷酸钾、聚磷酸钾、乙二胺四乙酸、乙二胺四乙酸二钠、乙二醇双(2-氨基乙基醚)四乙酸中的一种或者几种。采用的水溶性增强高分子为聚乙二醇(PEG)(平均分子量1000~2000)、聚乙二醇二丙烯酸酯(PEGDA)(平均分子量3400~8000)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)(平均分子量40000~58000)、聚乙烯醇(PVA)(1788型)、聚乙烯亚胺(PEI)(平均分子量1800~10000)、聚丙烯酰胺(PAM)(平均分子量800万~1500万)中的一种或者几种;

[0008] 上述方案中,涂层前体溶液中天然生物高分子基底、水溶性高分子增强组分和交联改性剂的质量比为1.5~5:0.5~3:0.1~1;其中天然生物高分子溶液的浓度为0.2~2wt%。

[0009] 上述一种可生物降解的固铅封装涂层的制备方法,具体包括如下步骤:

[0010] 1) 以乙酸水溶液为溶剂,向其中加入天然生物高分子材料,搅拌均匀至完全溶解,得基底溶液;

[0011] 2) 将交联改性剂溶于水中,搅拌至完全溶解后,将其逐滴滴加至基底溶液中,待滴加完后停止搅拌静置;

[0012] 3) 向步骤2)所得反应体系中加入水溶性增强高分子材料,共混搅拌均匀至完全溶解,静置脱泡后,得涂层前体溶液;

[0013] 4) 对封装盖板基底进行清洗,再将所得预成膜的涂料溶液在加热的基底上覆膜,形成可生物降解的固铅封装涂层,得表面设置可生物降解固铅封装涂层的盖板。

[0014] 优选的,步骤1)所述乙酸水溶液的浓度为0.5~2.0wt%,溶解时采用的搅拌转速为500~2000rpm。

[0015] 优选的,步骤2)所述交联改性剂溶液的浓度为0.02~0.40g/ml,溶解时采用的搅拌转速为200~1000rpm。

[0016] 优选的,步骤3)所述共混步骤采用的搅拌转速为2000~8000rpm,搅拌时间为2~12h,混合均匀后,脱泡5~30min。

[0017] 上述方案中,步骤4)所述覆膜工艺主要包括喷涂覆膜工艺、刮涂覆膜工艺或旋涂覆膜工艺等。

[0018] 优选的,所述喷涂工艺采用的具体工艺参数包括:喷枪的喷嘴口径为0.3~0.5mm,喷枪压力为0.05~0.15MPa,喷枪到基底高度为8~20cm,基底加热温度为100~140℃;刮涂工艺采用的具体工艺参数包括:刮刀距基底间隙为50~350um,刮刀涂布速度为0.5~10cm/s,刮涂后基底加热温度为60~90℃,基底加热时间为0.5~5min;旋涂采用的具体工艺参数包括:旋涂速度为500~3500rpm,旋涂时间为15~60s,旋涂后基底加热温度为60~90℃,基底加热时间为0.5~5min。

[0019] 上述方案中,步骤4)所述透明封装盖板基底可选用刚性封装盖板或柔性封装盖板,其中刚性封装盖板可选用钠钙封装玻璃、石英封装玻璃、超白封装玻璃、钢化封装玻璃等中的一种,柔性封装盖板可选用聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)膜、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)膜、聚丙烯酯(PP)膜、聚氯乙烯(PVC)膜、聚甲基硅氧烷(PDMS)膜等中的一种。

[0020] 将上述封装涂层盖板应用于封装钙钛矿太阳能,具体步骤包括:

[0021] 清除钙钛矿太阳能电池四周残余钙钛矿,将边封胶粘贴在电池的四周,将所得封

装涂层盖板切成合适大小贴在所述边封胶上,热层压使防铅泄露涂层置于钙钛矿太阳能电池的金属电极上方固定,将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,使其固化对器件边封。

[0022] 上述方案中,所述的清边操作为飞秒激光器清边,激光器功率设置为18~36W,频率设置为50~150Hz,去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿。

[0023] 上述方案中,所述的钙钛矿太阳能电池包括依次设置的导电玻璃、电子传输层、钙钛矿吸光层、空穴传输层和金属电极,具体封装过程中所述防铅泄露封装涂层盖板玻璃贴近金属电极表面,并与边封胶层相连形成空腔。

[0024] 上述方案中,采用的边封粘合胶可选用聚异丁烯边封胶、环氧丙烷边封胶、乙烯-醋酸乙烯共聚物边封胶、紫外固化胶中的一种或者几种。

[0025] 上述方案中,采用热层压技术设置封装涂层盖板,先预热层压板,其中采用的热板温度为80~90℃,层压压力5~40kPa,层压时间5~30s。

[0026] 上述方案中,所述紫外固化胶的固化方式采用紫外照射固化,紫外灯功率为18~36W,固化时间为5~15min。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0028] 1) 本发明采用交联改性剂对壳聚糖分子进行交联提升力学性能和耐刮磨性能的同时,其含有可高效络合Pb(II)的离子或基团,可进一步提升所得封装涂层的吸附能力,并且通过进一步共混引入水溶性高分子可控制壳聚糖的交联程度,使之维持优异的溶胀效果,提升其力学性能;同时可进一步有效提升封装涂层应用于具体封装结构中的防铅泄露的能力;兼顾良好的力学性能和防铅泄露性能;

[0029] 2) 本发明采用简便可重复的覆膜技术方式将预成膜前体溶液成膜于透明的封装盖板上,然后采用所得固铅涂层封装盖板与封装胶对器件进行封装,通过数微米的固铅涂层和盖板的封装保护,实现对钙钛矿太阳能电池隔水隔氧的保护同时,提升器件在受到如冰雹等恶劣天气状况下受到破坏的概率;尤其在器件被破坏后也可有效防止有毒的铅随雨水冲刷向环境中泄露,减少钙钛矿太阳能电池器件对于环境的危害;

[0030] 3) 本发明所述封装涂料及其封装方法具有成本低、绿色环保性,通过将固铅涂层深埋入土壤中或者浸泡于溶菌酶/PBS溶液中,涂层可随时间推移逐渐降解,其生物降解特性可有效防止封装膜对环境造成的二次污染,适合推广应用。

附图说明

[0031] 图1为本发明中各实施例中未封装的钙钛矿太阳能电池结构示意图;

[0032] 图2为本发明实施例1封装后的结构示意图;

[0033] 图3为本发明实施例2所得固铅涂层封装盖板的形貌图;

[0034] 图4为本发明实施例2所得固铅涂层的50倍光学显微镜照片;

[0035] 图5为本发明实施例2所得固铅涂层的扫描电镜图;

[0036] 图6为本发明实施例2封装后的结构示意图;

[0037] 图7为本发明实施例3所得固铅涂层封装盖板不同状态下的形貌图;

[0038] 图8为本发明实施例3封装后的结构示意图;

- [0039] 图9为本发明实施例4封装后的结构示意图；
- [0040] 图10为本发明实施例5封装后的结构示意图；
- [0041] 图11为本发明对比例1封装后的结构示意图；
- [0042] 图12为本发明对比例2封装后的结构示意图；
- [0043] 图13为利用本发明实施例2与对比例1、实施例3与对比例2所得钙钛矿太阳能电池器件模拟降雨时防铅泄露能力对比效果图；
- [0044] 图14为本发明对比例3与实施例2所得封装盖板在纯水中放置3h溶胀率对比效果图。
- [0045] 图15为本发明对比例3与实施例2所得封装盖板在pH 4.2酸性水溶液中放置3h耐酸性对比效果图。
- [0046] 图16为利用本发明实施例2与对比例3所得钙钛矿太阳能电池器件模拟降雨时防铅泄露能力对比效果图。

具体实施方式

[0047] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0048] 以下实施例中，所述溶胀率测试条件为：在纯水中放置3h；

[0049] 所述耐酸性测试条件为，在pH 4.2的稀硝酸水溶液中放置3h。

[0050] 实施例1

[0051] 一种可生物降解固铅封装涂层，其制备方法包括如下步骤：

[0052] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂，将0.6g脱乙酰度为90%的壳聚糖粉末置于其中，以1000rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液；

[0053] 2) 将0.2g的磷酸三钾粉末溶于10ml的纯水中，以200rpm的转速搅拌至完全溶解后，于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加，待滴加完全反应后停止搅拌静置；

[0054] 3) 然后向其中加入0.2g聚乙二醇(PEG)(平均分子量为2000)，以2000rpm的转速共混搅拌均匀6h至完全溶解，静置脱泡15min后，得到涂层前体溶液；

[0055] 4) 准备透明封装盖板基底：首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡，并超声清洗20分钟，再用氮气枪吹干，最后用PLASMA等离子清洗60s，得到干净的封装盖板基底；

[0056] 5) 在加热的玻璃基底上喷涂预成膜固铅涂料：将经步骤4)处理所得玻璃基底加热至100℃，然后向玻璃基底表面喷涂预成膜的涂料溶液，其中采用的喷枪的喷嘴口径为0.3mm，喷枪压力为0.15MPa，喷枪到基底高度为12cm，喷涂液量为20ml，喷枪喷涂路径为标准“S”型。

[0057] 本实施例所得固铅涂层可通过三菱铅笔7H硬度测试，其在纯水中放置3小时的溶胀率为463.33%，在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为13.14%。

[0058] 应用例1

[0059] 将本实施例所述固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装，具体步骤包括：

[0060] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜，其中功率设置为18W，频率设

置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0061] 2) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后将有防铅泄露涂层的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,使涂层面正对电池的电极面,从而得到初步封装电池;

[0062] 3) 热层压封装;将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0063] 4) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到封装完好的有效防铅泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后结构示意图为图2所示。

[0064] 对本实施例制备好的防铅泄露的钙钛矿太阳能电池组件进行模拟损毁和模拟降雨情况下的防铅泄露性能测试,具体包括:

[0065] 模拟损毁具体通过以下方法进行:使用100g钢球钢在40cm高度处自由下落,冲击本实施例所得的封装器件导致其产生星型裂纹;

[0066] 模拟降雨情况下的防铅泄露性能测试具体通过以下方法进行:将有星状裂纹的封装器件置于25℃环境中,使用pH 4.2的硝酸水溶液模拟酸雨雨水,以5ml/L的滴液速度,在星型裂纹处滴1h,进行防铅泄露性能测试,测得此封装条件下,铅泄露值为0.1956ppm,防铅泄露效果显著。

[0067] 实施例2

[0068] 一种可生物降解固铅封装涂层,其制备方法包括如下步骤:

[0069] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂,将0.6g脱乙酰度为98%的壳聚糖粉末置于其中,以1500rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液;

[0070] 2) 将0.2g的磷酸氢二铵粉末溶于5ml的纯水中,以400rpm的转速搅拌至完全溶解后,于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌静置;

[0071] 3) 然后向其中加入0.2g聚乙烯醇(PVA)(1788型),以2000rpm的转速于85℃水浴中共混搅拌均匀4h至完全溶解,静置脱泡30min后,得到涂层前体溶液;

[0072] 4) 准备透明封装盖板基底:首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,最后用PLASMA等离子清洗60s,得到干净的封装盖板基底;

[0073] 5) 在加热的玻璃基底上喷涂预成膜固铅涂料:将经步骤4)处理所得玻璃基底加热至120℃,然后向玻璃基底表面喷涂预成膜的涂料溶液,其中采用的喷枪的喷嘴口径为0.5mm,喷枪压力为0.08MPa,喷枪到基底高度为18cm,喷涂液量为20ml,喷枪喷涂路径为标准“S”型,所得的固铅涂层封装盖板如图3所示,50倍的光学显微镜图片如图4所示,扫描显微镜图片如图5所示。

[0074] 本实施例所得固铅涂层可通过三菱铅笔9H硬度测试,其在纯水中放置3小时的溶胀率为993.33%,在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为23.14%。

[0075] 应用例2

[0076] 将本实施例所述固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装,具体步骤包括:

[0077] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0078] 2) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将有防铅泄露涂层的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,使涂层面正对电池的电极面,从而得到初步封装电池;

[0079] 3) 热层压封装;将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0080] 4) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到封装完好的有效防铅泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图6所示。

[0081] 参考实施例1所述方法,对本实施例制备好的防铅泄露的钙钛矿太阳能电池组件进行模拟损毁和模拟降雨测试,测得此封装条件下,铅泄露值为0.1252ppm,防铅泄露效果显著。

[0082] 实施例3

[0083] 一种可生物降解固铅封装涂层,其制备方法包括如下步骤:

[0084] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂,将0.6g脱乙酰度为98%的壳聚糖粉末置于其中,以1500rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液;

[0085] 2) 将0.2g的磷酸氢二铵粉末溶于5ml的纯水中,以400rpm的转速搅拌至完全溶解后,于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌静置;

[0086] 3) 然后向其中加入0.2g聚乙烯醇(PVA)(1788型),以2000rpm的转速于85℃水浴中共混搅拌均匀4h至完全溶解,静置脱泡30min后,得到涂层前体溶液;

[0087] 4) 准备透明封装盖板基底:首先将PET塑料板(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,最后用PLASMA等离子清洗60s,得到干净的柔性封装盖板基底;

[0088] 5) 在加热的玻璃基底上喷涂预成膜固铅涂料:将经步骤4)处理所得PET塑料基底加热至120℃,然后向玻璃基底表面喷涂预成膜的涂料溶液,其中采用的喷枪的喷嘴口径为0.5mm,喷枪压力为0.08MPa,喷枪到基底高度为18cm,喷涂液量为20ml,喷枪喷涂路径为标准“S”型,所得的柔性固铅封装盖板如图7所示。

[0089] 本实施例所得固铅涂层通过三菱铅笔9H硬度测试,其在纯水中放置3小时的溶胀率为993.33%,在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为23.14%。

[0090] 应用例3

[0091] 将本实施例所述固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装,具体步骤包括:

[0092] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0093] 2) 在得到电池的钙钛矿薄膜侧的四周边缘处涂上紫外固化胶,将有防铅泄露涂层的封装盖板切成合适大小粘贴在固化胶上,使涂层面正对电池的电极面,固化方式采用紫外照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min,从而得到初步封装电池;

[0094] 3) 将初步封装电池四周粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将透明的钠钙封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上以进行热层压固定;

[0095] 4) 热层压封装;将所得的初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理30s,使边封处结合紧密,得到封装完好的有效防止铅

泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图8所示。

[0096] 参考实施例1所述方法,对本实施例制备好的防铅泄露的钙钛矿太阳能电池组件进行模拟损毁和模拟降雨测试,测得此封装条件下,铅泄露值为0.0110ppm,防铅泄露效果显著。

[0097] 实施例4

[0098] 一种可生物降解固铅封装涂层,其制备方法包括如下步骤:

[0099] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂,将0.6g脱乙酰度为95%的壳聚糖粉末置于其中,以100rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液;

[0100] 2) 将0.1g的三聚磷酸钾粉末溶于5ml的纯水中,以200rpm的转速搅拌至完全溶解后,于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌静置;

[0101] 3) 然后向其中加入0.15g聚乙烯吡咯烷酮(PVP)(分子量为40000),以4000rpm的转速共混搅拌均匀6h至完全溶解,静置脱泡10min后,得到涂层前体溶液;

[0102] 4) 准备透明封装盖板基底:首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,最后用PLASMA等离子清洗60s,得到干净的封装盖板基底;

[0103] 5) 在加热的玻璃基底上刮涂预成膜固铅涂料:向经步骤4)所得封装玻璃盖板表面刮涂预成膜的涂料溶液,其中刮刀距基底间隙为50um,刮刀涂布速度为2cm/s,刮涂后基底加热温度为80℃,基底加热时间为5min。

[0104] 本实施例所得固铅涂层通过三菱铅笔7H硬度测试,其在纯水中放置3小时的溶胀率为245%,在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为28.14%。

[0105] 应用例4

[0106] 将本实施例所述固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装,具体步骤包括:

[0107] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0108] 2) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将有防铅泄露涂层的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,使涂层面正对电池的电极面,从而得到初步封装电池;

[0109] 3) 热层压封装:将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0110] 4) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到封装完好的有效防铅泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图9所示。

[0111] 参考实施例1所述方法,对本实施例制备好的防铅泄露的钙钛矿太阳能电池组件进行模拟损毁和模拟降雨测试,测得此封装条件下,铅泄露值为0.4788ppm,防铅泄露效果显著。

[0112] 实施例5

[0113] 一种可生物降解固铅封装涂层,其制备方法包括如下步骤:

[0114] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂,将0.6g脱乙酰度为95%的壳聚糖粉末置于其中,以100rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液;

[0115] 2) 将0.1g的三聚磷酸钾粉末溶于5ml的纯水中,以200rpm的转速搅拌至完全溶解后,于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌静置;

[0116] 3) 然后向其中加入0.15g聚乙烯吡咯烷酮(PVP)(分子量为40000),以4000rpm的转速共混搅拌均匀6h至完全溶解,静置脱泡10min后,得到涂层前体溶液;

[0117] 4) 准备透明封装盖板基底:首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,最后用PLASMA等离子清洗60s,得到干净的封装盖板基底;

[0118] 5) 在加热的玻璃基底上旋涂预成膜固铅涂料:向经步骤4)所得封装盖板基底表面旋涂预成膜的涂料溶液,其中采用的旋涂速度为1500rpm,旋涂时间为30s,旋涂后基底加热温度为80℃,基底加热时间为5min。

[0119] 本实施例所得固铅涂层通过三菱铅笔7H硬度测试,其在纯水中放置3小时的溶胀率为245%,在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为28.14%。

[0120] 应用例5

[0121] 将本实施例所述固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装,具体步骤包括:

[0122] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0123] 2) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将有防铅泄露涂层的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,使涂层面正对电池的电极面,从而得到初步封装电池;

[0124] 3) 热层压封装:将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0125] 4) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到封装完好的有效防铅泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图10所示。

[0126] 参考实施例1所述方法,对本实施例制备好的防铅泄露的钙钛矿太阳能电池组件进行模拟损毁和模拟降雨测试,测得此封装条件下,铅泄露值为0.6892ppm,防铅泄露效果显著。

[0127] 对比例1

[0128] 一种传统的钙钛矿太阳能电池的封装方法,具体步骤包括:

[0129] 1) 清洗透明封装盖板基底:首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,得到干净的封装盖板基底;

[0130] 2) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0131] 3) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将透明的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,从而得到初步封装电池;

[0132] 4) 热层压封装:将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0133] 5) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采

用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到一般的封装完好的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图11所示。

[0134] 对本对比例制备好的封装后钙钛矿太阳能电池器件进行模拟损毁和模拟降雨情况下的铅泄露性能测试,具体包括:

[0135] 模拟损毁具体通过以下方法进行:使用100g钢球钢在40cm高度处自由下落,冲击本实施例所得的封装器件,该封装器件破损成数个小碎块;

[0136] 模拟降雨情况下的铅泄露测试具体通过以下方法进行:将有星状裂纹的封装器件置于25℃环境中,使用pH 4.2的硝酸水溶液模拟酸雨雨水,以5ml/L的滴液速度,在星型裂纹处滴1h,进行防铅泄露性能测试,测得此封装条件下,铅泄露值为12.1358ppm,铅泄露现象严重,该对比例与实施例2的铅泄露效果对比图如图13所示。

[0137] 对比例2

[0138] 一种传统的钙钛矿太阳能电池的封装方法,具体步骤包括:

[0139] 1) 清洗透明封装盖板基底:首先将PET塑料板(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清洗20分钟,再用氮气枪吹干,得到干净的柔性封装盖板基底;

[0140] 2) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0141] 3) 在得到电池的钙钛矿薄膜侧的四周边缘处涂上紫外固化胶,将PET塑料封装板切成合适大小粘贴在固化胶上,固化方式采用紫外照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min,从而得到初步封装电池;

[0142] 4) 将初步封装电池四周粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将透明的钠钙封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上以进行热层压固定;

[0143] 5) 热层压封装:将所得的初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理30s,使边封处结合紧密,得到封装完好的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图12所示。

[0144] 对本对比例制备好的封装后钙钛矿太阳能电池器件进行模拟损毁和模拟降雨情况下的铅泄露性能测试,具体包括:

[0145] 模拟损毁具体通过以下方法进行:使用100g钢球钢在40cm高度处自由下落,冲击本实施例所得的封装器件,该封装器件破损成数个小碎块;

[0146] 模拟降雨情况下的铅泄露测试具体通过以下方法进行:将有星状裂纹的封装器件置于25℃环境中,使用pH 4.2的硝酸水溶液模拟酸雨雨水,以5ml/L的滴液速度,在星型裂纹处滴1h,进行防铅泄露性能测试,测得此封装条件下,铅泄露值为8.8070ppm,铅泄露现象严重,该对比例与实施例3的铅泄露效果对比图如图13所示。

[0147] 对比例3

[0148] 一种可生物降解固铅封装涂层,其制备方法包括如下步骤:

[0149] 1) 以100ml质量分数为0.5wt%乙酸水溶液为溶剂,将0.6g脱乙酰度为98%的壳聚糖粉末置于其中,以1500rpm的转速搅拌均匀至完全溶解得到壳聚糖基底溶液;

[0150] 2) 将0.2g的磷酸氢二铵粉末溶于5ml的纯水中,以400rpm的转速搅拌至完全溶解后,于壳聚糖基底溶液中逐滴滴加,待滴加完全反应后停止搅拌静置,得到涂层前体溶液;

[0151] 3) 准备透明封装盖板基底:首先将钠钙玻璃(10cm×10cm)用乙醇浸泡,并超声清

洗20分钟,再用氮气枪吹干,最后用PLASMA等离子清洗60s,得到干净的封装盖板基底;

[0152] 4) 在加热的玻璃基底上喷涂预成膜固铅涂料:将经步骤4)处理所得玻璃基底加热至120℃,然后向玻璃基底表面喷涂预成膜的涂料溶液,其中采用的喷枪的喷嘴口径为0.5mm,喷枪压力为0.08MPa,喷枪到基底高度为18cm,喷涂液量为20ml,喷枪喷涂路径为标准“S”型。

[0153] 本对比例所得固铅涂层可通过三菱铅笔6H硬度测试(7H硬度测试出现开裂等问题),其在纯水中放置3小时的溶胀率为203.33%,在pH 4.2的酸性水溶液中放置3h的耐酸失重率为76.18%;与实施例2所得产物相比,溶胀率测试结果如图14所示,耐酸性测试结果如图15所示。

[0154] 对比应用例3

[0155] 将对比例3所得固铅封装涂层应用于钙钛矿太阳能电池的防铅泄露封装,具体步骤包括:

[0156] 1) 采用飞秒激光器去除电池四边的5mm钙钛矿薄膜,其中功率设置为18W,频率设置为100Hz,并用少许DMF擦拭电池四周去除残留的钙钛矿;

[0157] 2) 在得到的钙钛矿太阳能电池有钙钛矿薄膜侧的四周边缘处粘贴上厚度为1mm、宽度为3mm的黑色PIB封装胶,然后,将有防铅泄露涂层的封装盖板玻璃切成合适大小粘贴在PIB边封层上,使涂层面正对电池的电极面,从而得到初步封装电池;

[0158] 3) 热层压封装;将所得初步封装电池放置于层压机中,设置热压温度为85℃、压强差为10kPa的条件下加热加压处理15s,使边封处结合紧密;

[0159] 4) 将紫外胶涂抹在钙钛矿太阳能电池封边四周,固化方式为紫外灯照射固化,采用的紫外灯功率为36W,固化时间为10min;得到封装完好的有效防铅泄露的钙钛矿太阳能电池,封装后的结构示意图如图6所示。

[0160] 将制备好的封装后钙钛矿太阳能电池器件进行模拟损毁和模拟降雨情况下的铅泄露性能测试,具体包括:

[0161] 模拟损毁具体通过以下方法进行:使用100g钢球钢在40cm高度处自由下落,冲击本实施例所得的封装器件导致其产生星型裂纹;

[0162] 模拟降雨情况下的铅泄露测试具体通过以下方法进行:将有星状裂纹的封装器件置于25℃环境中,使用pH 4.2的硝酸水溶液模拟酸雨雨水,以5ml/L的滴液速度,在星型裂纹处滴1h,进行防铅泄露性能测试,测得此封装条件下,铅泄露值为2.5674ppm,大于现行标准下的铅排放最低限值;本对比应用例与应用例3的铅泄露效果对比图如图16所示。

[0163] 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。



图1



图2



图3

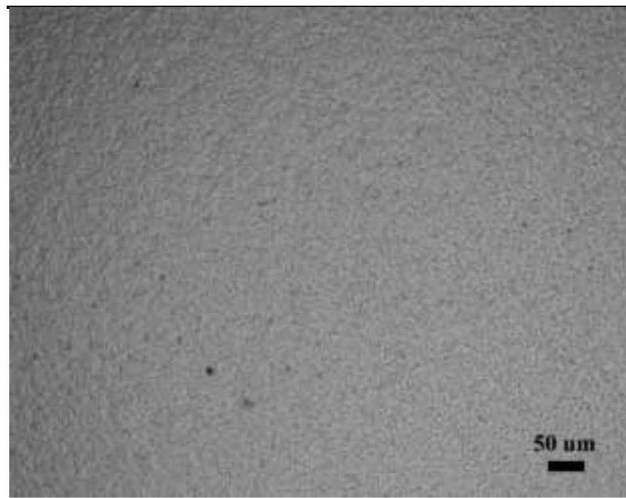


图4

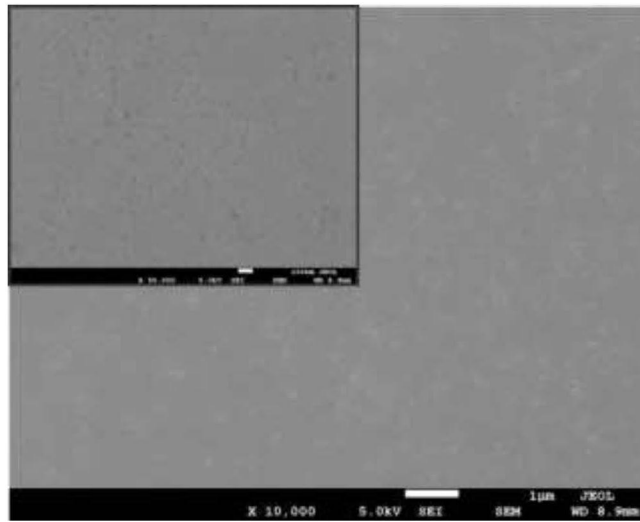


图5

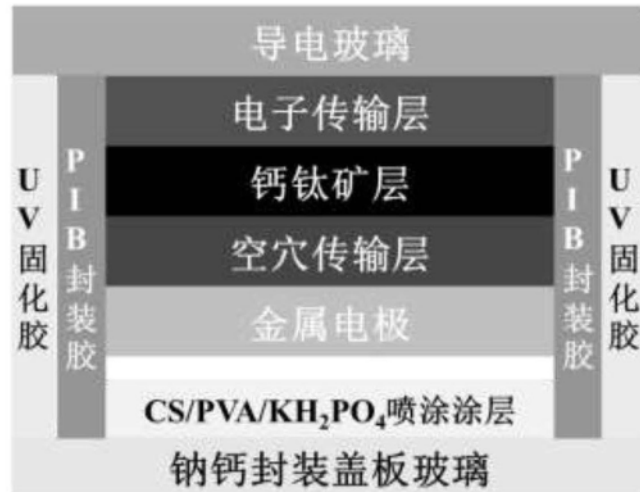


图6

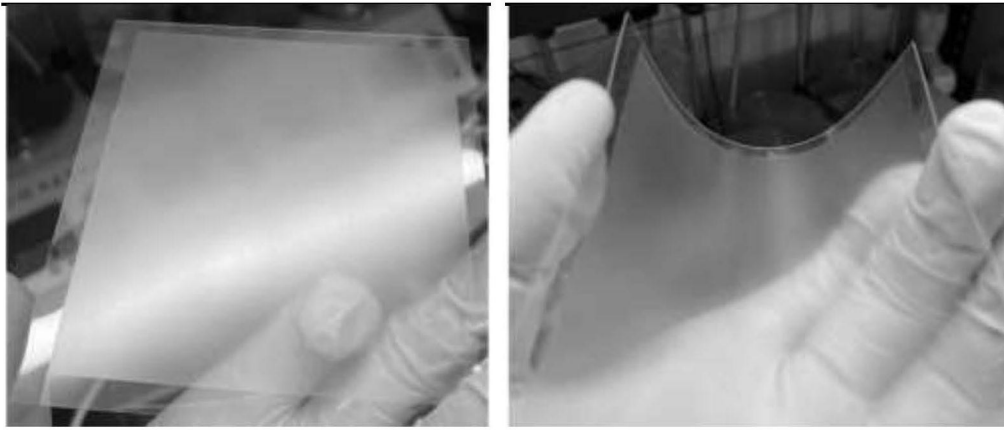


图7

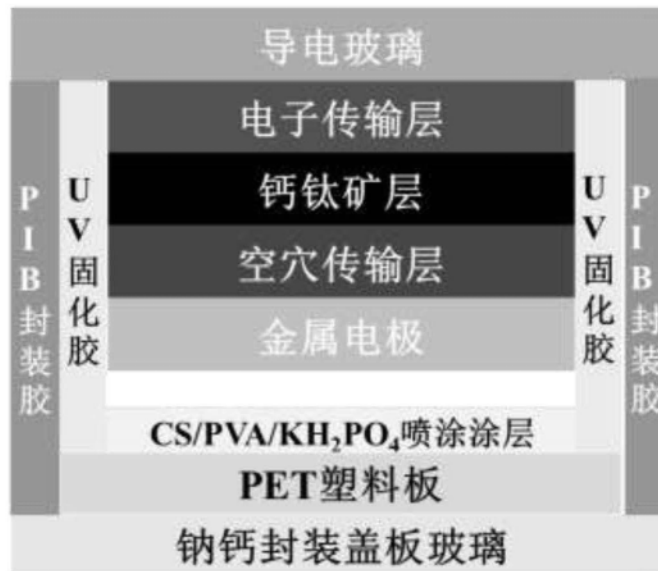


图8



图9

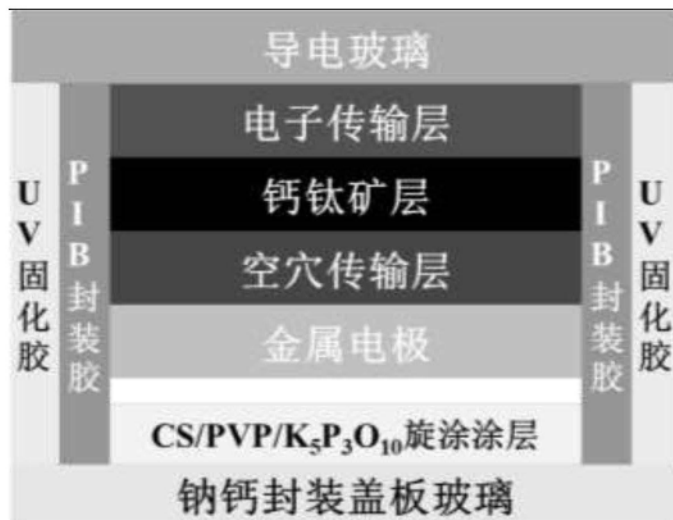


图10

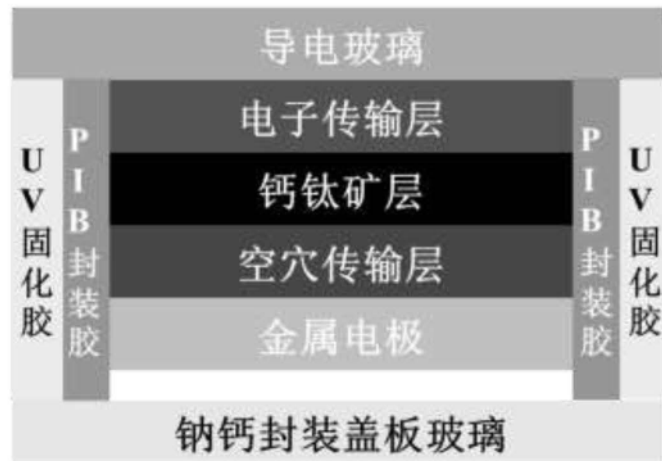


图11



图12

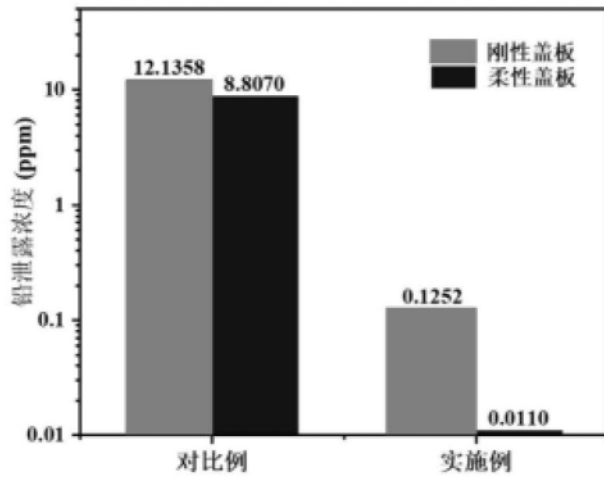


图13

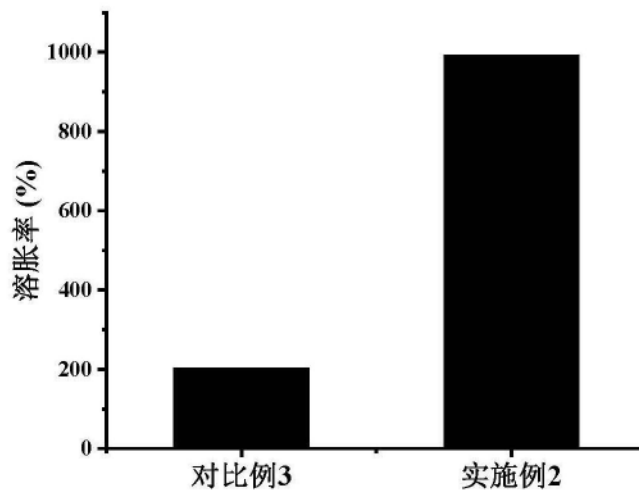


图14

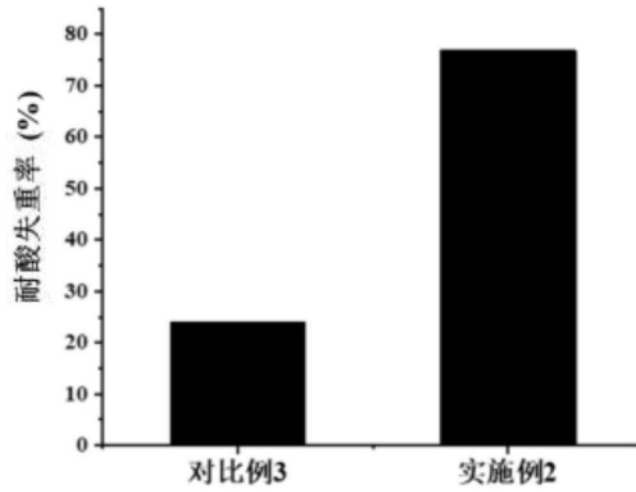


图15

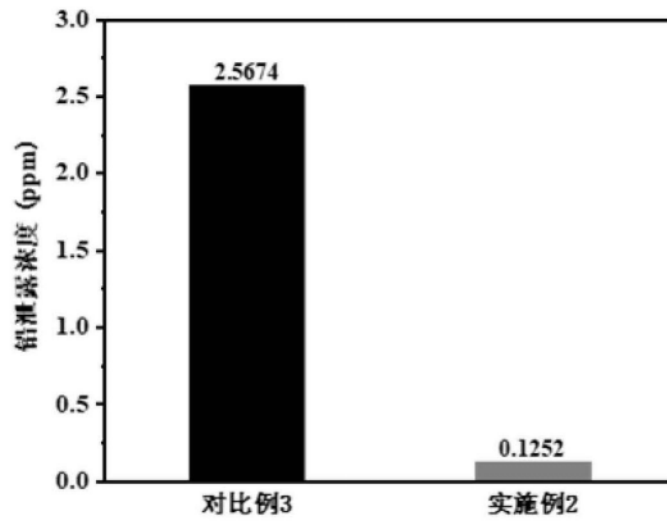


图16