



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105062183 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510428603. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2015. 07. 21

C09D 7/12(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

C09D 175/04(2006. 01)

201410453307. 7 2014. 09. 05 CN

C08G 73/02(2006. 01)

(71) 申请人 兰州空间技术物理研究所

地址 730000 甘肃省兰州市城关区渭源路
97 号

(72) 发明人 史亮 李得天 汤道坦 柳青

赵呈选 陈益峰 秦晓刚 杨生胜
高原

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心

11120

代理人 付雷杰 仇蕾安

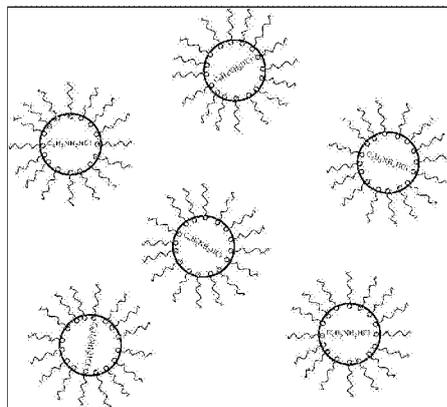
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种航天器电路板内带电的防护方法

(57) 摘要

本发明公开了一种航天器电路板内带电的防护方法,包括如下步骤:步骤1、将聚苯胺纳米颗粒加入到间甲酚溶剂中,混合均匀;再加入三防漆的稀释剂作为有机相辅助溶剂,最后将溶液加入所述三防漆中,获得防护涂层材料;步骤2、清洗电路板,并在电路板表面均匀喷涂硅偶联剂的乙醇溶液;步骤3、在电路板上均匀喷涂步骤1制备的防护涂层材料;本发明通过在现有的防护涂层(三防漆)中加入聚苯胺纳米颗粒,降低防护涂层的电阻率,减少了发生放电的风险;同时,通过调整掺入聚苯胺纳米颗粒的比例,可调节防护涂层电阻率的大小,使得本发明的防护方法具有更强的适应性;本发明的防护方法简单易操作,不会对航天器设计提出额外要求。



1. 一种航天器电路板内带电的防护方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤 1、将聚苯胺纳米颗粒加入到间甲酚溶剂中,混合均匀;再加入三防漆的稀释剂作为有机相辅助溶剂,进行超声震荡 5 分钟至 10 分钟,得到溶液;最后将所述溶液加入所述三防漆中,获得防护涂层材料;

步骤 2、依次使用无水乙醇和丙酮清洗电路板,在电路板表面均匀喷涂硅偶联剂的乙醇溶液,静置 30 分钟,再用无水乙醇清洗电路板后进行真空干燥;

步骤 3、在经过步骤 2 表面处理的电路板上均匀喷涂步骤 1 制备的防护涂层材料;

所述三防漆的稀释剂为二甲苯。

2. 如权利要求 1 所述的一种航天器电路板内带电的防护方法,其特征在于,所述聚苯胺纳米颗粒的制备方法如下:

(1) 在二甲苯中加入十二烷基苯磺酸钠,搅拌 1 小时,得到 W/O 微乳液;所述十二烷基苯磺酸钠的浓度为 12.5g/L;

(2) 在体积百分比浓度为 25%的盐酸中加入苯胺,密封搅拌 1 小时,得到苯胺体积百分比浓度为 7.62%的苯胺盐酸溶液;

(3) 将所述苯胺盐酸溶液加入分液漏斗中,将其逐滴加入到步骤(1)配置的 W/O 微乳液中,密封搅拌均匀,得到乳液体系 1;

(4) 将浓度为 390g/L 的过硫酸铵水溶液倒入分液漏斗中,逐滴加入到步骤(3)得到的乳液体系 1 中,控制滴加速度为 1 滴 /3s-5s,搅拌 20 小时,得到乳液体系 2;

(5) 将所述乳液体系 2 进行离心处理,对乳液体系 2 中的固体和液体分离,得到聚苯胺固体;用无水乙醇溶解得到的聚苯胺固体,通过离心处理,得到无水乙醇洗后的聚苯胺固体;再用水洗聚苯胺固体,进行离心处理,得到水洗后的聚苯胺固体;

(6) 将步骤(5)获得的聚苯胺固体进行真空干燥和研磨,得到聚苯胺纳米颗粒。

3. 如权利要求 2 所述的一种航天器电路板内带电的防护方法,其特征在于,所述离心处理的转速为 8000r/min,离心时间为 8-10min。

4. 如权利要求 2 所述的一种航天器电路板内带电的防护方法,其特征在于,所述步骤(6)中的干燥温度为 60℃,时间为 10 小时。

一种航天器电路板内带电的防护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航天器空间环境效应防护技术领域,尤其涉及一种航天器电路板内带电的防护方法。

背景技术

[0002] 内带电效应是指地球空间的高能电子(能量在0.1-10MeV)穿过航天器屏蔽层,在航天器内部材料(如电路板)表面或者介质材料内部(毫米级深度)沉积和泄放的现象。当电场强度超过材料的击穿阈值时,产生的放电将严重损坏卫星部件。由于内带电效应通常发生在航天器内部,对航天器造成的损伤比较严重。

[0003] 中地球轨道(MEO)位于地球外辐射带,高能电子通量密度约为皮安量级(pA/cm²),为地球同步轨道(GEO)的十倍以上,因此,MEO轨道航天器尤其要重视内带电效应的防护问题。

[0004] 我国从近几年才开始研制MEO轨道航天器,内带电效应防护方面基本沿用了GEO轨道航天器采用的屏蔽和接地措施。但是由于航天器重量的限制,屏蔽层厚度不可能大幅增加。另一方面,目前航天器使用的电路板大都采用FR4材料,电路表面都要涂一层保型涂层(三防漆),这两种材料的电阻都较高,辐射诱导电阻率也较高,因此,接地措施对内带电效应的防护效果也比较有限。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种航天器电路板内带电的防护方法,能够降低电路板的电阻率,由此减少发生放电的风险。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明是这样实现的:

[0007] 一种航天器电路板内带电的防护方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤1、将聚苯胺纳米颗粒加入到间甲酚溶剂中,混合均匀;再加入三防漆的稀释剂作为有机相辅助溶剂,进行超声震荡5分钟至10分钟,得到溶液;最后将所述溶液加入所述三防漆中,获得防护涂层材料;

[0009] 步骤2、依次使用无水乙醇和丙酮清洗电路板,在电路板表面均匀喷涂硅偶联剂的乙醇溶液,静置30分钟,再用无水乙醇清洗电路板后进行真空干燥;

[0010] 步骤3、在经过步骤2表面处理的电路板上均匀喷涂步骤1制备的防护涂层材料;

[0011] 所述三防漆的稀释剂为二甲苯。

[0012] 所述聚苯胺纳米颗粒的制备方法如下:

[0013] (1) 在二甲苯中加入十二烷基苯磺酸钠,搅拌1小时,得到W/O微乳液;所述十二烷基苯磺酸钠的浓度为12.5g/L;

[0014] (2) 在体积百分比浓度为25%的盐酸中加入苯胺,密封搅拌1小时,得到苯胺体积百分比浓度为7.62%的苯胺盐酸溶液;

[0015] (3) 将所述苯胺盐酸溶液加入分液漏斗中,将其逐滴加入到步骤(1)配置的W/O微

乳液中,密封搅拌均匀,得到乳液体系 1;

[0016] (4) 将浓度为 390g/L 的过硫酸铵水溶液倒入分液漏斗中,逐滴加入到步骤 (3) 得到的乳液体系 1 中,控制滴加速度为 1 滴 /3s-5s,搅拌 20 小时,得到乳液体系 2;

[0017] (5) 将所述乳液体系 2 进行离心处理,对乳液体系 2 中的固体和液体分离,得到聚苯胺固体;用无水乙醇溶解得到的聚苯胺固体,通过离心处理,得到无水乙醇洗后的聚苯胺固体;再用水洗聚苯胺固体,进行离心处理,得到水洗后的聚苯胺固体;

[0018] (6) 将步骤 (5) 获得的聚苯胺固体进行真空干燥和研磨,得到聚苯胺纳米颗粒。

[0019] 所述离心处理的转速为 8000r/min,离心时间为 8-10min。

[0020] 所述步骤 (6) 中的干燥温度为 60℃,时间为 10 小时。

[0021] 本发明具有如下有益效果:

[0022] (1) 本发明通过在现有的防护涂层(三防漆)中加入聚苯胺纳米颗粒,降低防护涂层的电阻率,减少了发生放电的风险;同时,通过调整掺入聚苯胺纳米颗粒的比例,可调节防护涂层电阻率的大小,使得本发明的防护方法具有更强的适应性;

[0023] (2) 本发明的防护方法简单易操作,不会对航天器设计提出额外要求;

[0024] (3) 本发明的防护方法中,由于在三防漆中加入聚苯胺,比现有的三防漆质量更轻,因此本发明的防护涂层重量轻,对航天器重量的影响小;

[0025] (4) 本发明的防护涂层制备方法简单易操作,同时易于实现规模化生产;

[0026] (5) 本发明制备的聚苯胺粉末颗粒均匀;

[0027] (6) 聚苯胺纳米颗粒制备过程中使用的溶液有机相二甲苯是三防漆稀释剂的主要成分,因此残留物不会对制备的防护涂层性能造成影响。

附图说明

[0028] 图 1 为本发明中的 W/O 胶束示意图。

[0029] 图 2 为本发明中的聚苯胺粒度的分布曲线图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0031] 1、聚苯胺纳米颗粒的制备:

[0032] (1) 取二甲苯 80ml 于 250ml 的烧杯中,向其中加入 1g 十二烷基苯磺酸钠(SDBS),密封搅拌 1h,其中二甲苯为有机相溶剂,十二烷基苯磺酸钠是表面活性剂。

[0033] (2) 取 40ml 体积百分比浓度为 25% 的盐酸,向其中加入 3.3ml 苯胺,密封搅拌 1h;

[0034] (3) 将苯胺盐酸溶液加入分液漏斗中,将其逐滴加入到有机相中,密封,搅拌 1h,得到乳液体系 1;其中苯胺是反应制备聚苯胺的原料,盐酸起到掺杂作用,用以提高聚苯胺的导电性,苯胺盐酸溶液中的水与十二烷基苯磺酸钠的亲水基结合,有机溶剂与其亲油基结合,使乳液中形成大量的微小水滴,此时苯胺以盐酸盐的形式溶解在 W/O 微乳液中的微小水滴中,这个水滴中的苯胺含量决定了最终形成的聚苯胺粒子的尺寸,由于每个水滴中所含苯胺量有限,所以形成的聚苯胺粒子可以很小,如图 1 所示。

[0035] (4) 取 7.8g 过硫酸铵(APS),溶解到 20ml 蒸馏水中。将 APS 水溶液倒入分液漏斗中,逐滴加入到上述乳液体系中,控制滴加速度为 1 滴 /3s-5s,搅拌 20h,得到乳液体系 2。

过硫酸铵作为引发剂引发苯胺聚合为聚苯胺,此时过硫酸铵分子扩散进含有苯胺的水相,在盐酸作用下,发生氧化聚合反应,形成聚苯胺。

[0036] (5) 将上述乳液体系 2 加入到离心管中,在 8000r/min 转速下离心 8min,倒掉上层液体;然后再次以 8000r/min 转速进行离心 9min,将液体与固体进行分离;用无水乙醇溶解离心后得到的固体,再次在 8000r/min 转速下离心 10min,再用水洗固体后以 8000r/min 转速进行离心。

[0037] (6) 将离心得到的固体在真空干燥箱中,60℃干燥 10h。研磨干燥后的固体得到绿色粉末。

[0038] 对得到的绿色粉末采用红外光谱仪进行成分分析可知其为聚苯胺,采用粒度分析仪对其进行粒度分析,结果如图 2 所示,可以看出,所制备的聚苯胺粉体 D_{50} 在 300nm 左右。

[0039] 2、聚苯胺在三防漆中的溶解性和分散性较差,因此需要采用辅助溶剂帮助溶解。具体方法为:将按步骤 1 制备的聚苯胺纳米颗粒加入到间甲酚溶剂中,搅拌 2 小时,再加入三防漆的稀释剂作为有机相辅助溶剂,进行超声震荡 5-10 分钟,最后将溶液加入三防漆中即可获得防护涂层材料。需要说明的是,间甲酚为强极性溶剂,而且对聚苯胺有二次掺杂作用,有利于电导率的提高,但由于间甲酚沸点高,不易挥发,因此间甲酚用量要严格控制,根据加入的聚苯胺颗粒多少,以聚苯胺能够流动即可。另外,常用的三防漆的稀释剂基本都含有二甲苯,因此本发明中选用二甲苯作为稀释剂。另外,由于涂层的电导率与聚苯胺的含量有关,因此,加入聚苯胺纳米颗粒的质量根据需要确定。

[0040] 3、在使用防护涂层前,为增加电路板与防护涂层的结合力,需对电路板进行表面处理,具体方法为:依次使用无水乙醇和丙酮将电路板清洗干净,在电路板表面均匀喷涂 KH-570 硅偶联剂的乙醇溶液,然后用玻璃器皿遮盖放置 30 分钟,再用无水乙醇清洗电路板后放入真空干燥箱 60℃干燥。

[0041] 4、在经过步骤 3 表面处理的电路板上喷涂步骤 2 制备的防护涂层材料即可。

[0042] 然后以美国奥斯邦公司生产的奥斯邦 98 聚氨酯 (MC313C) 三防漆为例,在该聚氨酯 (MC313C) 三防漆中加入聚苯胺纳米颗粒,以聚氨酯三防漆和聚苯胺纳米颗粒总质量为 100%,其中聚苯胺纳米颗粒质量含量为 5%的,按照本专利所述方法制备内带电涂层,用本发明方法制备的内带电防护涂层材料比常用的三防漆电阻率低 4 个数量级。测试结果如下表所示。

[0043] 表 1 内带电防护涂层电阻率

[0044]

样品	体电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
MC313C 三防漆	1.76×10^{15}
添加 5% 聚苯胺的三防漆	1.16×10^{11}

[0045] 为了说明本发明的实际防护效果,进行地面模拟试验。具体试验方法是:

[0046] (1) 将三块相同电路板样品进行分别用丙酮、乙醇溶剂清洗。放入含有 3% 的硅偶联剂的乙醇溶液中超声处理,用乙醇漂洗 3 次,悬挂放置 24h,自然晾干;

[0047] (2) 取一块样品涂上本发明所述的内带电防护涂层材料,编号为 1# 样品;取一块

样品涂上聚氨酯 (MC313C) 三防漆, 编号为 2# 样品; 未涂三防漆样品编号为 3# 样品;

[0048] (3) 在电子加速器中进行高能电子辐照模拟试验, 试验条件为: 电子能量 1.2MeV, 束流密度 80pA/cm², 真空度优于 1.0×10^{-2} Pa, 辐照时间 4 小时。

[0049] 试验结果如表 2 所示。可以看出, 使用本发明提供的内带电防护涂层, 可以大大降低航天器电路内带电放电风险。

[0050] 表 2 地面模拟试验结果

[0051]

序号	样品名称	放电次数
1#	5% 聚苯胺涂层 FR4 板	1
2#	聚氨酯 (MC313C) 三防漆 FR4 板	7
3#	未防护 FR4 板	17

[0052] 综上所述, 以上仅为本发明的较佳实施例而已, 并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

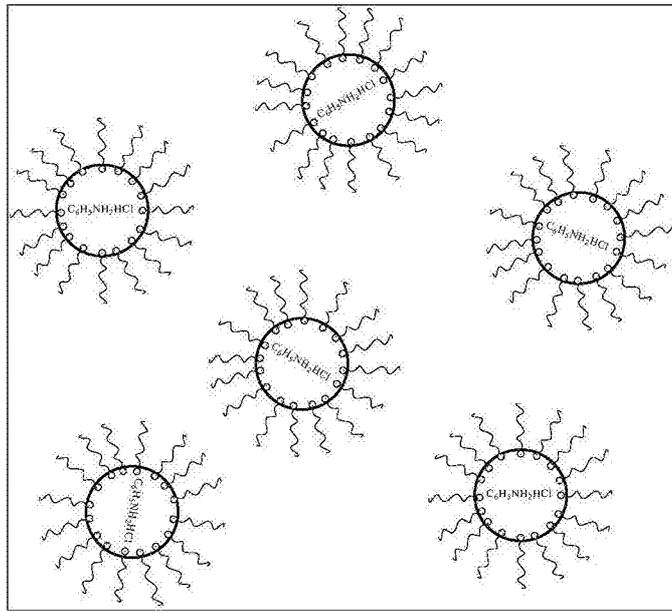


图 1

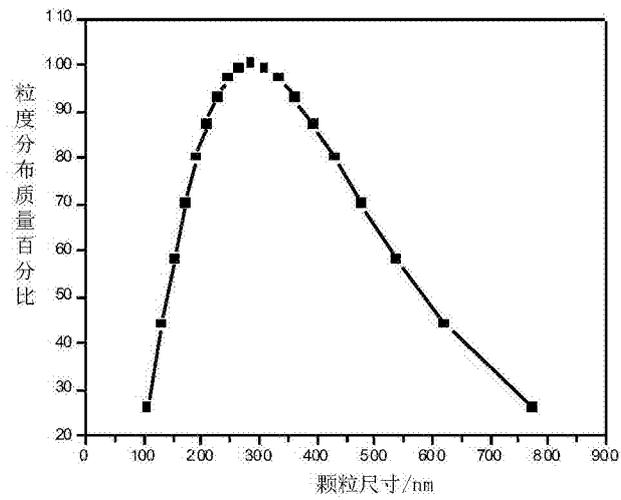


图 2