



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115181424 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 18

(21) 申请号 202211118208.4

C08K 5/5313 (2006.01)

(22) 申请日 2022.09.15

C08K 3/32 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115181424 A

(56) 对比文件

CN 114773842 A, 2022.07.22

US 5262461 A, 1993.11.16

(43) 申请公布日 2022.10.14

WO 2016/179772 A1, 2016.11.17

(73) 专利权人 广州辰东新材料有限公司
地址 511300 广东省广州市增城区增江街
经三路12号

CN 104231629 A, 2014.12.24

CN 101313087 A, 2008.11.26

审查员 谢恺君

(72) 发明人 李东阵 袁会宁

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

专利代理师 桂婷

(51) Int. Cl.

C08L 81/02 (2006.01)

C08L 77/06 (2006.01)

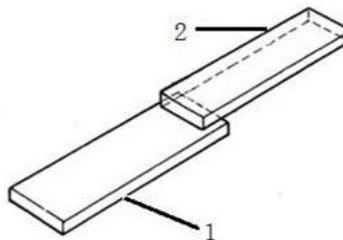
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料及其制备和应用

(57) 摘要

本发明属于复合材料领域,公开了一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料及其制备方法和应用。所述的聚苯硫醚复合材料包括以下重量百分比的各组分:聚苯硫醚PPS 64%-94%;聚酰胺PA106/10T 5%-30%;反应型增韧剂0-20%。所述的聚苯硫醚复合材料还可以包括填料、二乙基次磷酸铝和亚磷酸铝的混合物、抗氧化剂以及脱模剂中的至少一种。本发明的聚苯硫醚复合材料,在与铜的纳米注塑和与铝的纳米注塑中均具有极高的结合力。同时,本发明的制备方法简单易行,适合大规模生产。



1. 一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於包括以下重量百分比的各组分:

聚苯硫醚PPS	64%-94%;
聚酰胺PA106/10T	5%-30%;
反应型增韧剂	0-20%;

所述的聚酰胺PA106/10T是通过己二酸与对苯二甲酸、癸二胺进行共聚得到的,其中己二酸和对苯二甲酸的摩尔比为6:4~3:7。

2. 根据权利要求1所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述的反应型增韧剂为含有马来酸酐的增韧剂、含有缩水甘油醚的增韧剂中的至少一种,其中所述的含有马来酸酐的增韧剂为马来酸酐共聚乙烯丙烯酸甲酯和马来酸酐接枝乙烯辛烯共聚物中的一种或两种;所述的含有缩水甘油醚的增韧剂为乙烯丙烯酸甲酯缩水甘油醚共聚物,乙烯缩水甘油醚共聚物中的一种或两种。

3. 根据权利要求2所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述的反应型增韧剂为含有马来酸酐的增韧剂和含有缩水甘油醚的增韧剂的混合物,其中,含有马来酸酐的增韧剂和含有缩水甘油醚的增韧剂的重量比例为3:1~1:1。

4. 根据权利要求1所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述的聚苯硫醚复合材料还含有填料,填料重量百分比为0%~50%,所述填料为玻璃纤维,碳纤维,滑石粉,云母,硅灰石中的至少一种。

5. 根据权利要求1所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述聚苯硫醚复合材料还含有二乙基次磷酸铝和亚磷酸铝,二乙基次磷酸铝和亚磷酸铝的总重量百分比为0.5%~1%,其中二乙基次磷酸铝和亚磷酸铝的质量比为4:1。

6. 根据权利要求1、4或5中任意一项所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料还包括抗氧化剂和脱模剂,其中抗氧化剂的重量百分比为0.05%-1%,脱模剂的重量百分比为0.1%-2%。

7. 根据权利要求6所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其特征在於:

所述的抗氧化剂为受阻酚、受阻胺、亚铜盐中的至少一种;

所述的脱模剂为聚乙烯醇、长链脂肪酸酯、长链脂肪酸酰胺、NylostabS-EED中的至少一种。

8. 一种根据权利要求1-7任一项所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料的制备方法,其包括以下步骤:

将各组分混合并经挤出机挤出造粒,造粒温度为260~320℃。

9. 根据权利要求1-7任一项所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料在制造动力电池盖板中的应用。

一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料及其制备和应用

技术领域

[0001] 本发明属于复合材料领域,特别涉及一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 随着电动汽车的发展,动力电池成为了电动汽车的核心组件。电池的安全性和循环寿命逐渐凸显出来,直接影响到新能源市场的发展和普及,而构成电池重要配件的电池盖板就显得尤为重要。电池盖板需要具有高强度、高耐压性和密封性。目前市场应用的锂电池顶盖通常包括:开设有两个安装孔的顶盖铝片,穿设于安装孔中的铝质正极柱和铜质负极柱,正极柱外周和顶盖之间有导电塑胶,负极柱外周和顶盖之间有绝缘塑胶,另外需要设置密封圈实现密封。目前市场上锂离子电池盖板的密封性能,主要有PFA注塑密封、氟橡胶密封、陶瓷钎焊密封等。这些工艺的零配件较多,结构复杂,需要耗费大量人工加工组装,总体成本皆高。中国专利公开文本CN 103228418A报道了纳米注塑密封的锂电池盖板的制作工艺,有效减少了锂电池盖板零配件数量及加工工序,降低综合成本。然而基于常规纳米注塑的树脂和金属之间结合力仍有不足之处,特别是树脂与金属铜正极之间存在结合力低的缺点,限制了电池盖板整体的耐压性和密封性。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的缺点与不足,本发明的首要目的在于提供一种能够同时适用于铜和铝的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料。本发明的聚苯硫醚复合材料在纳米注塑工艺中,与铜和铝两种金属均具有极高的结合强度,解决了目前动力电池盖板极柱密封性,安全性,经济性不能兼顾的问题。

[0004] 本发明另一目的在于提供上述可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料的制备方法。

[0005] 本发明再一目的在于提供上述可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料在制造动力电池盖板中的应用。

[0006] 本发明的目的通过下述方案实现:

[0007] 一种可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其包括以下重量百分比的各组分:

[0008] 聚苯硫醚PPS 64%-94%;

[0009] 聚酰胺PA106/10T 5%-30%;

[0010] 反应型增韧剂 0-20%;

[0011] 所述的聚酰胺PA106/10T是通过己二酸与对苯二甲酸、癸二胺进行共聚得到的,其中己二酸和对苯二甲酸的摩尔比为6:4~3:7。

[0012] 所述的聚酰胺PA106/10T的制备方法为:将己二酸、对苯二甲酸和癸二胺输入聚合釜中,在聚合釜中加热搅拌进行脱水反应(聚合釜压力为25bar,温度为320℃),反应结束后,排出聚酰胺熔体,熔体通过摸头铸带成型,经冷却切粒而得,具体见中国专利申请“CN202110716096.1一种聚酰胺及其制备方法”。

[0013] 所述的反应型增韧剂为含有马来酸酐的增韧剂、含有缩水甘油醚的增韧剂中的至少一种。其中,所述的含有马来酸酐的增韧剂为马来酸酐共聚乙烯丙烯酸甲酯和马来酸酐接枝乙烯辛烯共聚物中的一种或两种;所述的含有缩水甘油醚的增韧剂为乙烯丙烯酸甲酯缩水甘油醚共聚物,乙烯缩水甘油醚共聚物中的一种或两种。

[0014] 优选的,所述的反应型增韧剂为含有马来酸酐的增韧剂和含有缩水甘油醚的增韧剂的混合物,其中,含有马来酸酐的增韧剂和含有缩水甘油醚的增韧剂的重量比例为3:1~1:1,含有马来酸酐的增韧剂优选为马来酸酐共聚乙烯丙烯酸甲酯,含有缩水甘油醚的增韧剂优选为乙烯丙烯酸甲酯缩水甘油醚共聚物。

[0015] 优选的,所述的聚苯硫醚复合材料还可以含有填料,填料重量百分比为0%~50%,所述填料为玻璃纤维,碳纤维,滑石粉,云母,硅灰石中的至少一种,优选为碳纤维。

[0016] 优选的,所述聚苯硫醚复合材料还可以含有二乙基次膦酸铝和亚磷酸铝,二乙基次膦酸铝和亚磷酸铝的总重量百分比为0.5%~1%,其中二乙基次膦酸铝和亚磷酸铝的质量比为4:1。

[0017] 优选的,所述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料,其还包括抗氧化剂和脱模剂,其中抗氧化剂的重量百分比为0.05%-1%,脱模剂的重量百分比为0.1%-2%。

[0018] 所述的抗氧化剂为受阻酚、受阻胺、亚铜盐中的至少一种,优选为抗氧化剂1098;所述的脱模剂为聚乙烯醇、长链脂肪酸酯、长链脂肪酸酰胺、NylostabS-EED中的至少一种。

[0019] 一种上述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料的制备方法,包括以下步骤:将各组分混合并经挤出机挤出造粒,造粒温度为260~320℃。

[0020] 上述的可用于纳米注塑的聚苯硫醚复合材料在制造动力电池盖板中的应用。

[0021] 本发明相对于现有技术,具有如下的优点及有益效果:

[0022] 本发明的聚苯硫醚复合材料,在与铜的纳米注塑和与铝的纳米注塑中均具有极高的结合力。同时,本发明的制备方法简单易行,适合大规模生产。

附图说明

[0023] 图1为塑胶测试整体件的结构示意图,其中1代表金属部分(铜或者铝),2代表塑胶部分。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例和附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0025] 以下对于本申请的技术方案利用实施例进行详细的说明,实施例中的聚酰胺PA106/10T的制备方法为:将己二酸、对苯二甲酸和癸二胺输入聚合釜中,酸与胺的摩尔比为1:1,在聚合釜中加热搅拌进行脱水反应(聚合釜压力为25bar,温度为320℃),完全反应后,排出聚酰胺熔体,熔体通过摸头铸带成型,经冷却切粒而得,具体见专利申请“CN202110716096.1一种聚酰胺及其制备方法”。其余原料皆可通过市售获得,具体如下:聚苯硫醚为珠海长先CXP-500C,PA66为巴斯夫Ulramid A3L,PA9T为日本可乐丽公司N1000A,玻璃纤维为重庆国际ECS3031H,马来酸酐共聚乙烯丙烯酸甲酯为杜邦公司A560,碳纤维为

威海光威TZ700S, 乙烯丙烯酸甲酯缩水甘油醚共聚物为阿科玛公司AX8900, 抗氧化剂1098为天津利安隆1098, 脱模剂SEED为科莱恩公司NylostabS-EED, 二乙基次磷酸铝/亚磷酸铝(4:1)为科莱恩公司OP1400, 二乙基次磷酸铝/三聚氰胺氰尿酸为科莱恩公司OP1248。

[0026] 以下实施例中的拉升强度和模量采用ISO527标准方法测试, 热变形温度采用ISO75标准方法测试, 平衡吸水率采用ISO62标准方法测试。

[0027] 本发明使用的铝纳米注塑陶瓷样片通过如下工艺制备: 高纯铝材质, 尺寸规格, 长度45mm, 宽度18mm, 厚度1.6mm; T处理工艺: 依次在NaOH溶液碱洗(1mol/L, 30秒)、盐酸腐蚀(1mol/L, 5分钟)、氨水溶液浸泡(T处理液, 0.5mol/L, 2分钟), 然后将浸泡后的样片用水清洗干净, 干燥, 得到表面有纳米孔洞的铝试样片。

[0028] 本发明使用的铜纳米注塑陶瓷样片通过如下工艺制备: 黄铜材质, 尺寸规格, 长度45mm, 宽度18mm, 厚度1.6mm; T处理工艺: 依次在NaOH溶液碱洗(1mol/L, 30秒)、硝酸腐蚀(1.5mol/L, 5分钟)、氨水溶液浸泡(T处理液, 0.5mol/L, 2分钟), 然后将浸泡后的样片用水清洗干净, 干燥, 得到表面有纳米孔洞的铜试样片。

[0029] 本发明使用的塑胶金属测试整体件的制备:

[0030] 本发明中参照日本大成纳米注塑相关专利方法制备塑胶金属测试整体件。具体如下: 如图1为塑胶金属测试整体件的结构示意图, 金属片尺寸为18mm×45mm×1.6mm, 塑料部件的尺寸为10mm×45mm×3mm, 塑胶与金属结合面积为0.5cm²。在所有实验中, 注塑保持相同的注塑条件, 料筒温度290-320℃, 模温140℃, 将聚苯硫醚复合材料注射到金属片上, 得到塑胶金属测试整体件。

[0031] 塑胶金属结合力性能测试:

[0032] 本发明中使用的塑胶金属粘接力测试标准参照日本大成化学专利8057890中的标准, 塑胶与金属结合面积为0.5cm², 对塑胶金属测试整体件进行双向拉伸测试。

[0033] 实施例1~8

[0034] 实施例1~8和对比例1~3中的聚苯硫醚复合材料, 均由以下步骤制备得到: 按重量百分比称取相应用量的组分, 然后将各组分混合, 用双螺杆挤出机造粒得到聚苯硫醚复合物, 造粒温度为260~320℃。其中, 实施例1~8和对比例1~3中各组分的重量百分数以及制备得到的聚苯硫醚复合材料的各项性能如下表1所示, 表1中PA106/10T (5:5)指己二酸和对苯二甲酸的摩尔比为5:5。

[0035] 表1. PA106/10T的比例对聚苯硫醚(PPS)纳米注塑(NMT)的结合力的影响

[0036]

重量百分数 (%)	对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 3A	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
PPS	99.4	89.4	79.4	79.4	94.4	89.4	79.4	69.4	59.4	39.4	19.4	-
PA66	-	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA9T	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
PA106/10T (5:5)	-	-	-	-	5	10	20	30	40	60	80	99.4
抗氧化剂 1098	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SEED	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
铝 NMT 结合力/MPa	28	30	31	26	36	42	47	48	47	42	38	36
铜 NMT 结合力/MPa	26	29	28	31	35	45	46	40	33	28	22	20

[0037] 从表1中数据可知,单纯的PPS与铝和铜的NMT结合力与实际应用需求(行业标准>35MPa)均存在一定的差距。单纯的PA106/10T虽然与铝的结合力较高,但是与铜的结合力非常低。通过在PPS中加入一定比例的PA106/10T,铝和铜的NMT结合力均能够得到大幅提升,特别是当PA106/10T的比例在5%-30%之间时,铝和铜的结合力均能够达到35MPa以上。这可能是由于PA106/10T能够提高复合材料的流动性,并降低复合材料的结晶速度,从而使得复合材料更容易进入到金属表面的纳米孔洞中。而当把PA106/10T换成其他种类的尼龙,比如PA66和PA9T时,并没有得到类似的效果。

[0038] 实施例9~17

[0039] 对比例4和实施例9~17中的聚苯硫醚复合材料,均由以下步骤制备得到:按重量百分比称取相应用量的组分,然后将各组分混合,用双螺杆挤出机造粒得到聚酰胺复合物,造粒温度为260~320℃。其中,对比例4和实施例9-17中各组分的重量百分数以及制备得到的聚苯硫醚复合材料的各项性能如下表2所示,表2中PA106/10T后面的括号中的比例指己二酸和对苯二甲酸的摩尔比,如PA106/10T (9:1)就是指己二酸和对苯二甲酸的摩尔比为9:1。

[0040] 表2. PA106/10T单体比例对PPS的NMT结合力的影响

[0041]

重量百分比 (%)	对比例 1	对比例 4	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15	实施例 16	实施例 17
PPS	99.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4
PA66	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA106/10T (9:1)	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
PA106/10T (8:2)	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
PA106/10T (7:3)	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
PA106/10T (6:4)	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
PA106/10T (5:5)	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-
PA106/10T (4:6)	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-
PA106/10T (3:7)	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
PA106/10T (2:8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
PA106/10T (1:9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
抗氧化剂 1098	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SEED	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
铝 NMT 结合力 /MPa	28	30	35	46	47	45	45	41	38	33	31
铜 NMT 结合力 /MPa	26	28	28	32	34	41	46	45	43	39	35

[0042] 从表2中可以看出,PA106/10T中共聚单体比例对复合材料的铝铜结合力有明显影响。而且共聚单体比例对铝NMT结合力与铜NMT结合力的影响有一定的区别。当PA106/10T中106的比例较高时,有利于铝NMT的结合,而当PA106/10T中10T的比例较高时,有利于铜NMT的结合。当PA106/10T中106和10T的比例在6:4~3:7之间时,铝和铜均可以实现非常高的NMT的结合力。

[0043] 实施例18~26

[0044] 实施例18~26中的聚苯硫醚复合材料,均由以下步骤制备得到:按重量百分比称取相应用量的组分,然后将各组分混合,用双螺杆挤出机造粒得到聚苯硫醚复合物,造粒温度为260~320℃。其中,实施例18~26中各组分的重量百分数以及制备得到的聚酰胺复合材料的各项性能如下表3所示。

[0045] 表3.反应型增韧剂对PPS的NMT结合力的影响

[0046]

重量百分比 (%)	实施 例 1	实施 例 3	实施 例 18	实施 例 19	实施 例 19A	实施 例 20	实施 例 21	实施 例 22	实施 例 23	实施 例 24	实施 例 25	实施 例 26
PPS	94.4	79.4	88.4	82.4	82.4	74.4	64.4	82.4	82.4	82.4	67.4	67.4
PA106/10T (5:5)	5	20	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20
A560	-	-	6	12	-	20	30	3	6	9	6	8
AX8900	-	-	-	-	12	-	-	9	6	3	6	4
抗氧化剂 1098	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SEED	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
铝 NMT 结 合力/MPa	36	47	42	47	45	42	33	39	45	48	52	54
铜 NMT 结 合力/MPa	35	46	37	38	33	37	36	37	46	44	52	51

[0047] 从表3中可以发现,反应型增韧剂可以明显提升复合材料对铝和铜的NMT结合力。当只使用马来酸酐增韧剂(A560)时,铝NMT结合力提升明显,铜NMT结合力小幅提升。当同时使用马来酸酐(A560)和缩水甘油醚(AX8900)增韧剂时,特别是当二者比例在1:1~3:1之间时,铝NMT结合力和铜NMT结合力均能得到大幅提升。

[0048] 实施例27~33

[0049] 实施例27~33中的聚苯硫醚复合材料,均由以下步骤制备得到:按重量百分比称取相应用量的组分,然后将各组分混合,用双螺杆挤出机造粒得到聚苯硫醚复合物,造粒温度为260~320℃。其中,实施例27~33中各组分的重量百分数以及制备得到的聚苯硫醚复合材料的各项性能如下表4所示。

[0050] 表4. 填料对PPS的NMT结合力的影响

[0051]

重量百分比 (%)	实施例 23	实施例 27	实施例 28	实施例 29	实施例 30	实施例 31	实施例 32	实施例 33
PPS	82.4	72.4	62.4	52.4	32.4	72.4	62.4	52.4
PA106/10T (5:5)	5	5	5	5	5	5	5	5
A560	6	6	6	6	6	6	6	6
AX8900	6	6	6	6	6	6	6	6
玻璃纤维	-	10	20	30	50	-	-	-
碳纤维	-	-	-	-	-	10	20	30
抗氧化剂 1098	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SEED	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
铝 NMT 结合力/MPa	45	49	52	52	50	53	52	53
铜 NMT 结合力/MPa	46	46	48	48	46	49	50	48

[0052] 从表4中数据可以看出,当在复合材料中加入玻璃纤维和碳纤维时,不会对材料的铝和铜NMT结合力产生负面影响,结合力反而会小幅提升。特别是碳纤维,其对材料的铝和铜NMT结合力的提升效果比玻璃纤维还要好。

[0053] 实施例34~40

[0054] 实施例34~40中的聚酰胺复合材料,均由以下步骤制备得到:按重量百分比称取相应用量的组分,然后将各组分混合,用双螺杆挤出机造粒得到聚酰胺复合物,造粒温度为260~320℃。其中,实施例34~40中各组分的重量百分数以及制备得到的聚酰胺复合材料的各项性能如下表5所示。

[0055] 表5. 二乙基次磷酸铝/亚磷酸铝(OP1400)对PPS的NMT结合力的影响

[0056]

重量百分比 (%)	实施例 1	实施例 23	实施例 28	实施例 32	实施例 34	实施例 35	实施例 35A	实施例 36	实施例 37	实施例 38	实施例 39	实施例 40
PPS	94.4	82.4	62.4	62.4	94.2	93.9	93.9	93.4	92.4	81.9	61.9	61.9
PA106/10T (5:5)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A560	-	6	6	6	-	-	-	-	-	6	6	6
AX8900	-	6	6	6	-	-	-	-	-	6	6	6
玻璃纤维	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	20	-
碳纤维	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	20
OP1400	-	-	-	-	0.2	0.5	-	1	2	0.5	0.5	0.5
OP1248	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-
抗氧剂 1098	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SEED	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
铝 NMT 结合力 /MPa	36	45	52	52	36	41	32	42	32	47	53	52
铜 NMT 结合力 /MPa	35	46	48	48	36	48	30	46	37	50	53	54

[0057] 从表5中的数据可以发现,当复合材料中加入二乙基次磷酸铝/亚磷酸铝后,特别是当二乙基次磷酸铝/亚磷酸铝的比例在0.5%-1%时,可以明显提升复合材料对铝和铜的NMT结合力,特别是对铜结合力的提升更加明显。

[0058] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

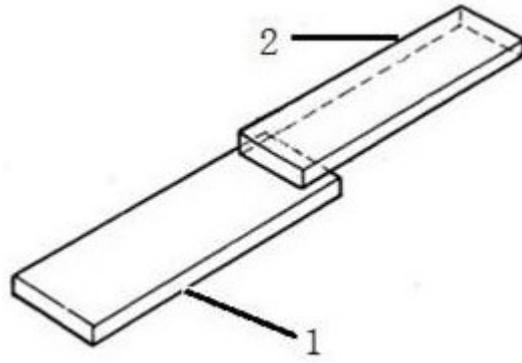


图1