



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102190798 A

(43) 申请公布日 2011.09.21

(21) 申请号 201110072317.2

(22) 申请日 2011.03.24

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625 号

(72) 发明人 刘敬峰 王震 杨慧丽 孟祥胜 范卫锋

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.
C08G 73/06 (2006.01)

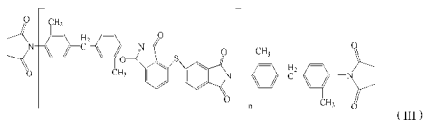
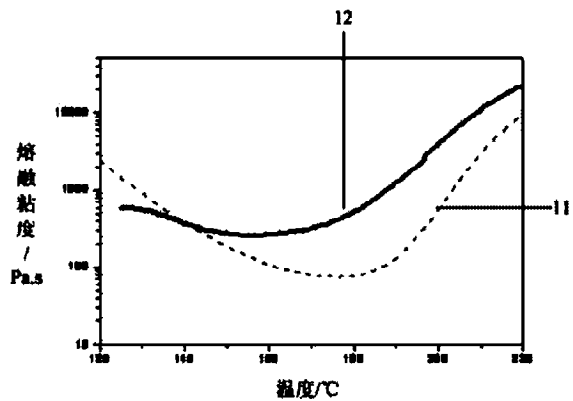
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

改性氰酸酯树脂的制备方法

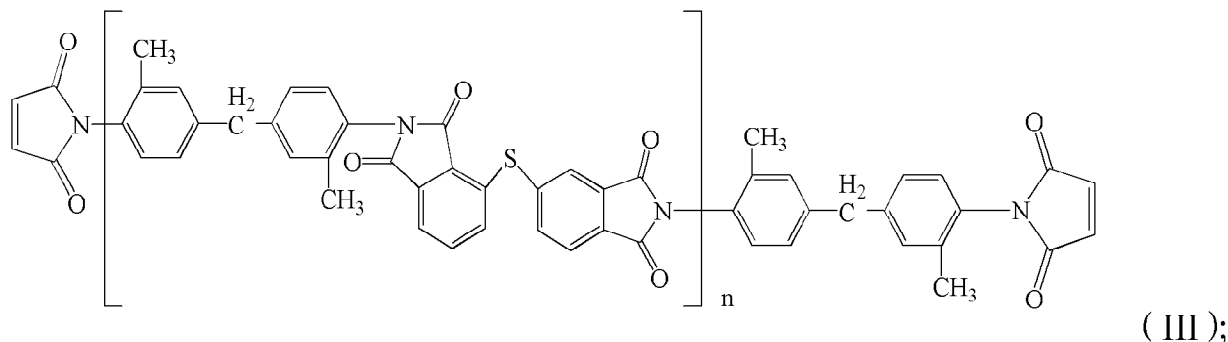
(57) 摘要

本发明提供了一种改性氰酸酯树脂的制备方法,包括以下步骤:a)将双酚A 氰酸酯单体与具有式(III)结构的硫醚酰亚胺在有机溶剂中混合,反应后得到改性氰酸酯树脂;其中,n为聚合度,n为1,2,3,4或5。具有式(III)结构的硫醚酰亚胺具有较低的熔融粘度和较宽的加工窗口,能够降低得到的改性氰酸酯树脂的熔融粘度,从而降低改性氰酸酯树脂与其他材料复合制备复合材料的难度。实验表明,本发明提供的方法制备得到的改性氰酸酯树脂具有较低的熔融粘度和较好的机械性能,其熔融粘度可低至 75Pa. s,与玻璃纤维复合得到的复合材料的拉伸强度为 400MPa,弯曲强度为 600MPa,断裂伸长率为 10.9%。



1. 一种改性氰酸酯树脂的制备方法,包括以下步骤:

a) 将双酚 A 氰酸酯单体与具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺在有机溶剂中混合,反应后得到改性氰酸酯树脂;



其中, n 为聚合度, n 为 1, 2, 3, 4 或 5。

2. 根据权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 a) 具体包括:

a1) 将双酚 A 氰酸酯单体在氮气气氛中进行预聚合,得到氰酸酯预聚体;

a2) 将所述氰酸酯预聚体溶解于有机溶剂中,得到氰酸酯溶液;

a3) 向所述氰酸酯溶液中加入具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,反应后得到改性氰酸酯树脂。

3. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述双酚 A 氰酸酯单体与所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺的质量比为 30 : (3.33 ~ 70)。

4. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述双酚 A 氰酸酯单体的质量与所述有机溶剂的体积的比例为 30g : (78mL ~ 234mL)。

5. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述有机溶剂为二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚的一种或多种。

6. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 a1) 中,所述预聚合的温度为 130°C ~ 160°C。

7. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 a1) 中,所述预聚合的时间为 6h ~ 12h。

8. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 a3) 中,所述反应的温度为 10°C ~ 80°C。

9. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 a3) 中,所述反应的时间为 5min ~ 60min。

10. 根据权利要求 1 ~ 9 任意一项所述的制备方法,其特征在于,所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺按照以下方法制备:

将 3,3' - 二甲基 -4,4' - 二氨基二苯烷和 3,4- 硫醚二酐在有机溶剂中混合,反应后得到第一中间产物;

向所述第一中间产物中加入马来酸酐,反应后得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺。

改性氰酸酯树脂的制备方法

技术领域

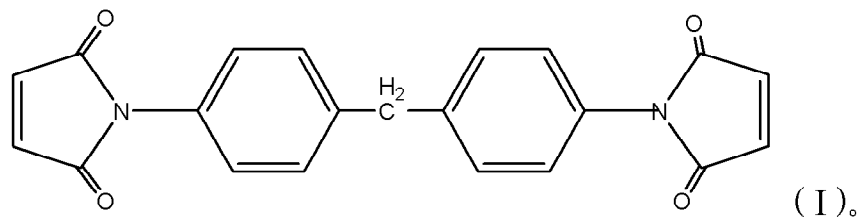
[0001] 本发明属于氰酸酯树脂技术领域,尤其涉及一种改性氰酸酯树脂的制备方法。

背景技术

[0002] 氰酸酯树脂又称三嗪 A 树脂,是分子结构中含有两个或两个以上氰酸酯官能团的热固性树脂,英文名称为 Triazine A resin、TA resin 或 Cyanate resin,缩写为 CE。氰酸酯树脂具有优良的综合性能,广泛应用于多层印刷线路版、光电装置的高速基材、雷达天线罩、高增益天线、隐形航空器和结构复合材料等领域。但是,氰酸酯树脂的脆性较大,使用温度偏低,一定程度上限制了其应用。

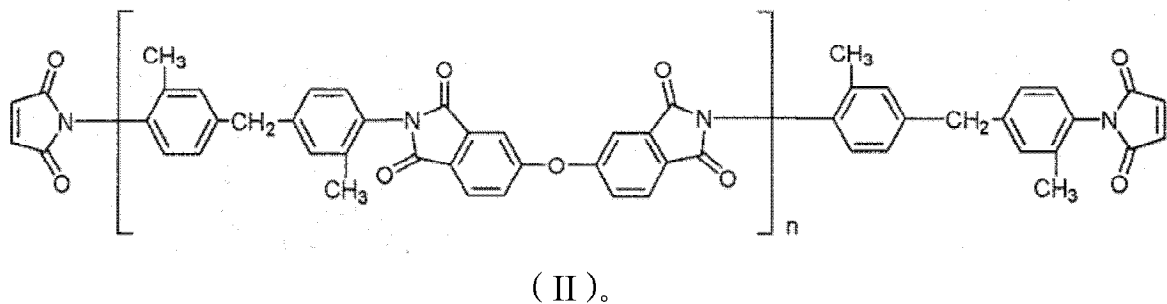
[0003] 对氰酸酯树脂进行改性是改善其性能的有效方法,现有技术公开了多种对氰酸酯树脂进行改性的方法,如日本和中国台湾分别在 20 世纪 70 年代和 90 年代公开了一系列采用双马来树脂与氰酸酯共聚得到的改性树脂,此类改性氰酸酯树脂又叫 BT 树脂 (bismaleimide triazine)。BT 树脂具有良好的耐热性、耐湿热性和介电性能,但是,以普通双马来树脂为改性剂制备 BT 树脂时,由于普通双马来树脂分子量较低,如具有式 (I) 结构的 4,4'-双马来酰亚胺基二苯甲烷 (BMI),其分子量为 358,使得到的 BT 树脂的交联密度较大,树脂韧性较差,断裂伸长率一般小于 5%。

[0004]



[0005] 申请号为 200710300340.6 的中国专利文献公开了一种用具有式 (II) 结构的氧醚酰亚胺改性的氰酸酯树脂,将该氧醚酰亚胺添加到氰酸酯树脂中,加热回流后得到改性氰酸酯预浸料。这种方法增加了得到的改性氰酸酯树脂的韧性,其断裂伸长率大于 10%,但是,具有式 (II) 结构的氧醚酰亚胺在室温下溶解性能较差,使得得到的改性氰酸酯树脂容易从预浸料中析出,不仅增加了改性氰酸酯树脂的制备难度,也增加了改性氰酸酯树脂与其他材料进行复合制备复合材料的难度。

[0006]



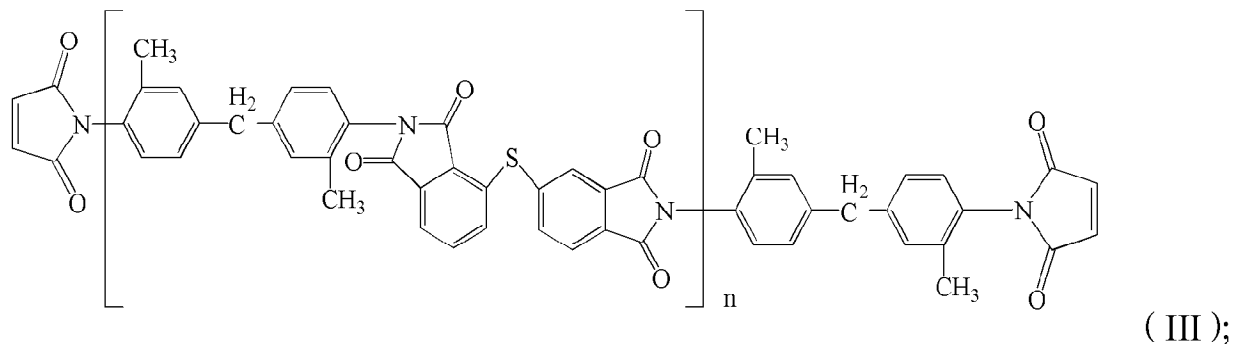
发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明要解决的技术问题在于提供一种改性氰酸酯树脂的制备方法,通过本发明提供的方法得到的改性氰酸酯树脂熔融粘度较低,能够降低制备复合材料的难度。

[0008] 本发明提供了一种改性氰酸酯树脂的制备方法,包括以下步骤:

[0009] a) 将双酚 A 氰酸酯单体与具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺在有机溶剂中混合,反应后得到改性氰酸酯树脂;

[0010]



[0011] 其中, n 为聚合度, n 为 1, 2, 3, 4 或 5。

[0012] 优选的,所述步骤 a) 具体包括:

[0013] a1) 将双酚 A 氰酸酯单体在氮气气氛中进行预聚合,得到氰酸酯预聚体;

[0014] a2) 将所述氰酸酯预聚体溶解于有机溶剂中,得到氰酸酯溶液;

[0015] a3) 向所述氰酸酯溶液中加入具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,反应后得到改性氰酸酯树脂。

[0016] 优选的,所述双酚 A 氰酸酯单体与所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺的质量比为 30 : (3.33 ~ 70)。

[0017] 优选的,所述双酚 A 氰酸酯单体的质量与所述有机溶剂的体积的比例为 30g : (78mL ~ 234mL)。

[0018] 优选的,所述有机溶剂为二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚的一种或多种。

[0019] 优选的,所述步骤 a1) 中,所述预聚合的温度为 130℃ ~ 160℃。

[0020] 优选的,所述步骤 a1) 中,所述预聚合的时间为 6h ~ 12h。

[0021] 优选的,所述步骤 a3) 中,所述反应的温度为 10℃ ~ 80℃。

[0022] 优选的,所述步骤 a3) 中,所述反应的时间为 5min ~ 60min。

[0023] 优选的,所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺按照以下方法制备:

[0024] 将 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 3,4-硫醚二酐在有机溶剂中混合,反应后得到第一中间产物;

[0025] 向所述第一中间产物中加入马来酸酐,反应后得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺。

[0026] 与现有技术相比,本发明以具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺为改性剂,在反应条件较为温和的条件下即可得到韧性较好的改性氰酸酯树脂。具有式 (III) 结构的硫醚酰亚

胺具有良好的加工性能,能够增加得到的改性氰酸酯树脂的韧性。同时,具有式(III)结构的硫醚酰亚胺中,硫原子存在 3d 轨道,具有较大的溶剂极化率,在有机溶剂中具有良好的溶解性,在常温下不会析出,因此,在反应条件较为温和的条件下即可对氰酸酯树脂进行改性,得到韧性较好的改性氰酸酯树脂。另外,具有式(III)结构的硫醚酰亚胺具有较低的熔融粘度和较宽的加工窗口,能够降低得到的改性氰酸酯树脂的熔融粘度,从而降低改性氰酸酯树脂与其他材料复合制备复合材料的难度。

[0027] 实验表明,本发明提供的方法制备得到的改性氰酸酯树脂具有较低的熔融粘度和较好的机械性能,其熔融粘度可低至 75Pa. s,与玻璃纤维复合得到的复合材料的拉伸强度为 400MPa,弯曲强度为 600MPa,断裂伸长率为 10.9%。

附图说明

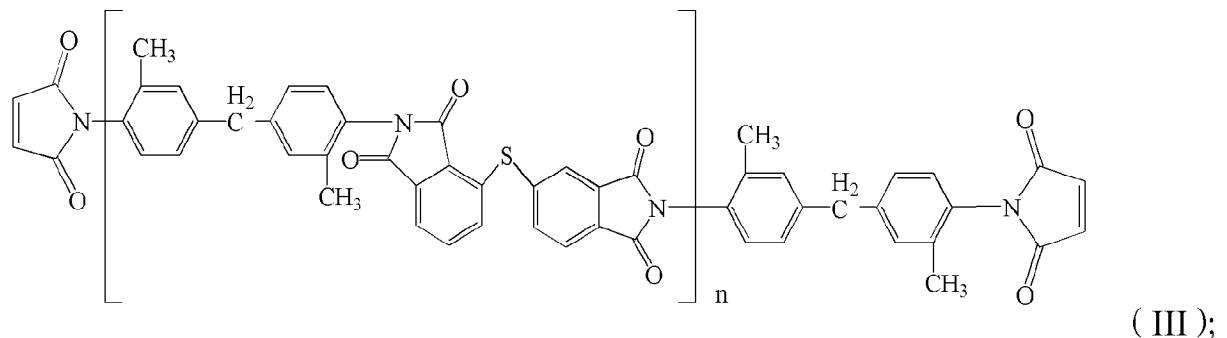
[0028] 图 1 为本发明实施例及比较例提供的改性氰酸酯树脂的流变曲线图。

具体实施方式

[0029] 本发明提供了一种改性氰酸酯树脂的制备方法,包括以下步骤:

[0030] a) 将双酚 A 氰酸酯单体与具有式(III)结构的硫醚酰亚胺在有机溶剂中混合,反应后得到改性氰酸酯树脂;

[0031]

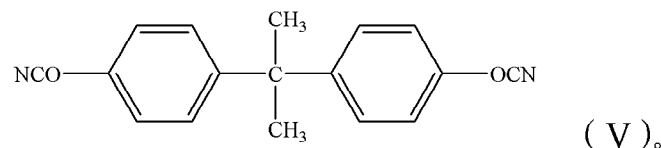


[0032] 其中, n 为聚合度, n 为 1, 2, 3, 4 或 5。

[0033] 本发明以具有式(III)结构的硫醚酰亚胺为改性剂,在反应条件较为温和的条件下即可得到韧性较好的改性氰酸酯树脂。

[0034] 本发明以双酚 A 氰酸酯单体为原料,所述双酚 A 氰酸酯单体为具有式(V)结构的双酚 A 氰酸酯:

[0035]



[0036] 本发明对所述双酚 A 氰酸酯的来源没有特殊限制,优选为从市场上购得。

[0037] 本发明以具有式(III)结构的硫醚酰亚胺为改性剂,硫原子存在 3d 轨道,具有较大的溶剂极化率,在有机溶剂中具有良好的溶解性,在常温下不会析出,因此,在反应条件较为温和的条件下即可对氰酸酯树脂进行改性,得到韧性较好的改性氰酸酯树脂。另外,具有式(III)结构的硫醚酰亚胺具有较低的熔融粘度和较宽的加工窗口,能够降低得到的

改性氰酸酯树脂的熔融粘度,从而降低改性氰酸酯树脂与其他材料复合制备复合材料的难度。

[0038] 所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺优选按照以下方法制备:

[0039] 将 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 3,4-硫醚二酐在有机溶剂中混合,反应后得到第一中间产物;

[0040] 向所述第一中间产物中加入马来酸酐,反应后得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺。

[0041] 首先将 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 3,4-硫醚二酐溶解于有机溶剂中,3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 3,4-硫醚二酐优选在搅拌的条件下发生反应,得到第一中间产物。在此过程中,所述有机溶剂优选为二甲基乙酰胺;所述反应优选在室温下进行,反应时间优选为 24h 以上。

[0042] 得到第一中间产物后,向其中加入马来酸酐,马来酸酐作为封端剂封端第一中间产物,得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺。本发明优选在加入马来酸酐反应一段时间后加入乙酸酐和三乙胺,继续搅拌反应,总反应时间为 24h 以上。反应完毕后,将得到的反应液倾入乙醇中沉降,过滤后用热乙醇洗涤三次,干燥后得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺。

[0043] 本发明将双酚 A 氰酸酯单体和具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺在有机溶剂中混合,反应后即可得到改性氰酸酯树脂。由于双酚 A 氰酸酯单体容易结晶析出,本发明优选包括以下步骤:

[0044] 将双酚 A 氰酸酯单体在氮气气氛中进行预聚合,得到氰酸酯预聚体;

[0045] 将所述氰酸酯预聚体溶解于有机溶剂中,得到氰酸酯溶液;

[0046] 向所述氰酸酯溶液中加入具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,反应后得到改性氰酸酯树脂。

[0047] 首先将双酚 A 氰酸酯单体在氮气气氛中进行预聚合,增加双酚 A 氰酸酯的稳定性,降低其从溶剂中析出的可能性。按照本发明,所述预聚合的温度优选为 130℃~160℃,更优选为 140℃~150℃;所述预聚合的时间优选为 6h~12h,更优选为 7h~10h。

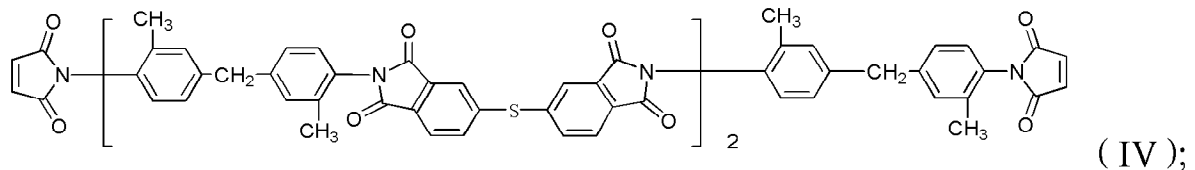
[0048] 得到氰酸酯预聚体后,将其溶解于有机溶剂中,得到氰酸酯溶液。所述有机溶剂优选为二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚的一种或多种。所述双酚 A 氰酸酯单体的质量与所述有机溶剂的体积的比例优选为 30g:(50mL~300mL),更优选为 30g:(78mL~234mL),最优选为 30g:(100mL~200mL)。

[0049] 向所述氰酸酯溶液中加入具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,反应得到改性氰酸酯树脂。在本发明中,所述双酚 A 氰酸酯单体与所述具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺的质量比优选为 30:(1~100),更优选为 30:(3.33~70),最优选为 30:(5~50)。所述氰酸酯预聚体与所述硫醚酰亚胺进行反应的温度优选为 10℃~80℃,更优选为 10℃~50℃,最优选为 20℃~30℃;所述氰酸酯预聚体与所述硫醚酰亚胺进行反应的时间优选为 5min~60min,更优选为 10min~50min,最优选为 20min~40min。

[0050] 所述氰酸酯预聚体与具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺反应完毕后,按照本领域技术人员熟知的方法去除溶剂后在升华炉中进行固化,得到改性氰酸酯树脂。测定所述改性氰酸酯树脂的流变性能,其最低熔融粘度是 75Pa·s,并且在 160℃~200℃之间保持较低的

熔融粘度。与具有式 (IV) 结构的硫醚酰亚胺改性的氰酸酯树脂相比,其熔融粘度相对较低,流动性相对较好,且加工窗口相对较宽,因此具有更好的加工性能,能够降低其与其他高分子材料复合制备复合材料的难度。

[0051]



[0052] 另外,所述氰酸酯预聚体与具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺反应完毕后,也可以直接将得到的改性氰酸酯树脂溶液涂覆于玻璃纤维或者其他高分子材料中,固化后得到复合材料。对得到的改性氰酸酯树脂/玻璃纤维复合材料进行性能测试,其拉伸强度为 400MPa,弯曲强度为 600MPa,断裂伸长率为 10.9%。

[0053] 为了进一步说明本发明,以下结合实施例对本发明提供的改性氰酸酯树脂的制备方法进行详细描述。

[0054] 以下实施例中各原料均为市售产品,其中双酚 A 氰酸酯单体购自上海慧峰化工科贸有限公司。

[0055] 实施例 1

[0056] 将 2mol 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 1mol 3,4-硫醚二酐溶解于二甲基乙酰胺中,室温下机械搅拌过夜,然后加入 2mol 马来酸酐,继续搅拌反应 4h 后,加入乙酸酐和三乙胺,搅拌过夜后,将得到的反应液倒入乙醇中沉降,用热乙醇洗涤 3 次,在 80℃ 下真空干燥 3h,得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,其中, n 为 1。

[0057] 实施例 2

[0058] 将 3mol 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 2mol 3,4-硫醚二酐溶解于二甲基乙酰胺中,室温下机械搅拌过夜,然后加入 2mol 马来酸酐,继续搅拌反应 4h 后,加入乙酸酐和三乙胺,搅拌过夜后,将得到的反应液倒入乙醇中沉降,用热乙醇洗涤 3 次,在 80℃ 下真空干燥 3h,得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,其中, n 为 2。

[0059] 实施例 3

[0060] 将 4mol 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 3mol 3,4-硫醚二酐溶解于二甲基乙酰胺中,室温下机械搅拌过夜,然后加入 2mol 马来酸酐,继续搅拌反应 4h 后,加入乙酸酐和三乙胺,搅拌过夜后,将得到的反应液倒入乙醇中沉降,用热乙醇洗涤 3 次,在 80℃ 下真空干燥 3h,得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,其中, n 为 3。

[0061] 实施例 4

[0062] 将 6mol 3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二苯烷和 5mol 3,4-硫醚二酐溶解于二甲基乙酰胺中,室温下机械搅拌过夜,然后加入 2mol 马来酸酐,继续搅拌反应 4h 后,加入乙酸酐和三乙胺,搅拌过夜后,将得到的反应液倒入乙醇中沉降,用热乙醇洗涤 3 次,在 80℃ 下真空干燥 3h,得到具有式 (III) 结构的硫醚酰亚胺,其中, n 为 5。

[0063] 实施例 5

[0064] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 234mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 4 : 3 : 3 的二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚;再加入 70g 实施例 2 制备的硫

醚酰亚胺,回流 5min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液;将所述树脂预浸液除去溶剂后在升华炉中进行固化,得到改性氰酸酯树脂。

[0065] 对所述改性氰酸酯树脂进行加热处理,测定其流变性能,结果参见图 1,图 1 为本发明实施例及比较例提供的改性氰酸酯树脂的流变曲线图,其中,曲线 11 为实施例 5 提供的改性氰酸酯树脂的流变曲线图。

[0066] 比较例 1

[0067] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 234mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 4 : 3 : 3 的二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚;再加入 70g 具有式 (IV) 结构的硫醚酰亚胺,回流 5min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液;将所述树脂预浸液除去溶剂后在升华炉中进行固化,得到改性氰酸酯树脂。

[0068] 对所述改性氰酸酯树脂进行加热处理,测定其流变性能,结果参见图 1,图 1 为本发明实施例及比较例提供的改性氰酸酯树脂的流变曲线图,其中,曲线 12 为比较例 1 提供的改性氰酸酯树脂的流变曲线图。

[0069] 由图 1 可知,实施例 5 提供的改性氰酸酯树脂的最低熔融粘度是 75Pa. s,在 160℃ ~ 200℃ 之间,熔融粘度较低;比较例 1 提供的改性氰酸酯树脂的最低熔融粘度是 260Pa. s。由此可见,本发明实施例 5 提供的改性氰酸酯树脂的熔融粘度较低,而且具有较宽的加工窗口,能够降低制备复合材料的难度。

[0070] 实施例 6

[0071] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 234mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 4 : 3 : 3 的二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚;再加入 70g 实施例 1 制备的硫醚酰亚胺,回流 5min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0072] 实施例 7

[0073] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 140mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 6 : 4 的二氧六环和乙二醇单甲醚;再加入 30g 实施例 1 制备的硫醚酰亚胺,回流 30min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0074] 实施例 8

[0075] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 78mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 5 : 5 的二氧六环和乙二醇二甲醚;再加入 3.33g 实施例 1 制备的硫醚酰亚胺,回流 60min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0076] 实施例 9

[0077] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 234mL 混合溶剂中,所述混合溶剂为体积比为 4 : 6 的乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚;再加入 70g 实施例 3 制备的硫醚酰亚胺,回流 5min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0078] 实施例 10

[0079] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 140mL 乙二醇单甲醚中;再加入 30g 实施例 3 制备的硫醚酰亚胺,回流 30min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0080] 实施例 11

[0081] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 78mL 乙二醇二甲醚中;再加入 3.33g 实施例 3 制备的硫醚酰亚胺,回流 60min 后,于室温下静置,得到改性氰酸酯预浸液。

[0082] 实施例 12

[0083] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 234mL 二氧六环中；再加入 70g 实施例 4 制备的硫醚酰亚胺，升温至 100℃，搅拌的条件下回流 5min 后，于室温下静置，得到改性氰酸酯预浸液。

[0084] 将所述预浸液均匀涂覆于 EW170-100 型玻璃布上，所述预浸液与所述玻璃布纤维的体积比为 40 : 60，在室温下干燥 6h，然后在 60℃ 下干燥 4h，得到固体材料；将所述固体材料裁剪成 8cm*10cm 的薄片，置于模具中，按照以下工艺路线进行模压：将所述模具置于平板硫化机上，于 110℃ 下保温 1h，然后以 4℃ /min 的速度升温至 186℃ 后开始加压至 2.5MPa，继续以 4℃ /min 的速度升温至 220℃，保压 4h，降至室温后卸压，得到复合材料。

[0085] 对所述复合材料进行性能测试，其拉伸强度为 400MPa，弯曲强度为 600MPa，断裂伸长率为 10.9%。

[0086] 实施例 13

[0087] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 140mL 二氧六环中；再加入 30g 实施例 4 制备的硫醚酰亚胺，回流 15min 后，于室温下静置，得到改性氰酸酯预浸液。

[0088] 实施例 14

[0089] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 78mL 混合溶剂中，所述混合溶剂为体积比为 4 : 3 : 3 的二氧六环、乙二醇单甲醚和乙二醇二甲醚；再加入 3.33g 实施例 4 制备的硫醚酰亚胺，回流 30min 后，于室温下静置，得到改性氰酸酯预浸液。

[0090] 实施例 15

[0091] 室温下将 30g 双酚 A 氰酸酯单体加入到 78mL 二氧六环中；再加入 3.33g 实施例 4 制备的硫醚酰亚胺，回流 60min 后，于室温下静置，得到改性氰酸酯预浸液。

[0092] 将所述预浸液均匀涂覆与 EW170-100 型玻璃布上，所述预浸液与所述玻璃布纤维的体积比为 40 : 60，在室温下干燥 6h，然后在 50℃ 下干燥 4h，得到固体材料；将所述固体材料裁剪成 8cm*10cm 的薄片，置于模具中，按照以下工艺路线进行模压：将所述模具置于平板硫化机上，于 110℃ 下保温 1h，然后以 4℃ /min 的速度升温至 186℃ 后开始加压至 2.5MPa，继续以 4℃ /min 的速度升温至 220℃，保压 4h，降至室温后卸压，得到复合材料。

[0093] 对所述复合材料进行性能测试，其拉伸强度为 350MPa，弯曲强度为 550MPa，断裂伸长率为 10%。

[0094] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

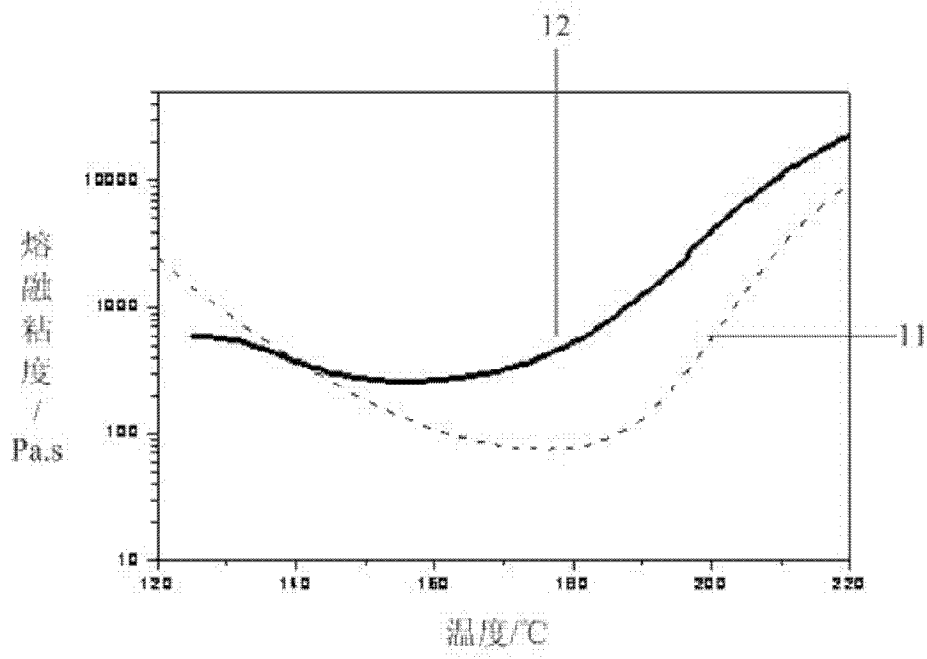


图 1