



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112592566 B

(45) 授权公告日 2022.03.22

(21) 申请号 202011349058.9

C08K 3/22 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.26

C08J 5/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112592566 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.04.02

CN 111662538 A, 2020.09.15

CN 111748179 A, 2020.10.09

(73) 专利权人 金发科技股份有限公司
地址 510663 广东省广州市黄埔区高新技术
产业开发区科学城科丰路33号

CN 1563189 A, 2005.01.12

CN 102321349 A, 2012.01.18

CN 102372907 A, 2012.03.14

CN 103709663 A, 2014.04.09

(72) 发明人 陈伟 黄险波 叶南飏 冯健
陈锐 付学俊

CN 106995556 A, 2017.08.01

US 4613651 A, 1986.09.23

US 9422412 B2, 2016.08.23

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102
代理人 冯振宁

EP 3168253 A1, 2017.05.17

郭正虹. 苯基膦酸铈与十溴二苯醚在玻璃纤
维增强聚对苯二甲酸乙二酯中的协同阻燃抑烟
机理.《高等学校化学学报》.2017,第38卷(第2
期),

(51) Int. Cl.

C08L 67/02 (2006.01)

C08L 63/00 (2006.01)

C08L 25/06 (2006.01)

C08L 69/00 (2006.01)

C08K 13/06 (2006.01)

C08K 9/06 (2006.01)

C08K 7/14 (2006.01)

C08K 3/34 (2006.01)

C08K 5/098 (2006.01)

Zhang, Jianjun. Thermal stability and
flame-retardancy mechanism of poly
(ethylene terephthalate)/boehmite
nanocomposites.《POLYMER DEGRADATION AND
STABILITY》.2010,第95卷(第7期),

审查员 祝杰

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物
及其制备方法和应用

EN45545-2标准所要求的烟密度3级,烟密度Ds
max≤150,同时使用此PBT/PET复合物制得的
PET/PET制品外观光泽度高。

(57) 摘要

本发明公开了一种低烟密度含卤阻燃增强
PBT/PET复合物及其制备方法和应用。所述低烟
密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物包括如下组
分:PBT,PET,玻璃纤维,溴系阻燃剂,协效阻燃
剂,环氧树脂,勃姆石,高岭土,硬脂酸镁;所述
PBT与PET重量比为(1~4):1,所述硬脂酸镁的粒
径D50≤5 μm。通过PET以适当的比例与PBT复配,
以及勃姆石、高岭土和特定粒径的硬脂酸镁的协
同作用,该PBT/PET复合物的烟密度达到

1. 一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,其特征在于,包括如下重量份的组分:
PBT15~50份,PET8~30份,玻璃纤维10~40份,溴系阻燃剂10~16份,协效阻燃剂3~7份,环氧树脂0.5~1份,勃姆石2~4份,高岭土2~8份,硬脂酸镁2~4份;
所述PBT与PET重量比为(1~4):1,
所述硬脂酸镁的粒径 $D_{50} \leq 5\mu\text{m}$;所述勃姆石的平均晶粒度为10~20nm;所述高岭土的粒径为 $D_{50} \leq 0.5\mu\text{m}$;所述高岭土的pH值为4~5。
2. 根据权利要求1所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,其特征在于,所述勃姆石、高岭土、硬脂酸镁的重量比为1:(1~2):1。
3. 根据权利要求1所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,其特征在于,所述PBT在25℃下特性粘度为0.7~1.3dL/g,所述PET在25℃下特性粘度为0.5~0.8dL/g。
4. 根据权利要求1所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,其特征在于,所述溴系阻燃剂为高分子溴化环氧、溴化聚苯乙烯和溴化聚碳酸酯阻燃剂中的一种或几种。
5. 根据权利要求1所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,其特征在于,所述环氧树脂为双酚A型缩水甘油醚,环氧当量为2500~3100g/eq。
6. 权利要求1~5任一项所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:
将溴系阻燃剂与协效阻燃剂混合制成第一预混物;
将环氧树脂与勃姆石、高岭土、硬脂酸镁混合制成第二预混物;
将PBT、PET、玻璃纤维、第一预混物、第二预混物加入挤出机,经混合分散、熔融挤出造粒,得到低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物。
7. 权利要求1~5任一项所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物在制备轨道交通、建材或线缆的塑料部件中的应用。

一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及工程塑料技术领域,更具体的,涉及一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 塑料材料在燃烧过程中一般会伴随大量烟雾产生,会造成环境的污染并对人体造成巨大伤害。近年来,随着塑料阻燃技术的发展,低烟阻燃已成为阻燃塑料发展的新方向。轨道交通、建材、线缆等行业在低烟阻燃方面的需求越发明朗且规范化,该类行业已明确要求,应用中的塑料部件必须达到EN45545-2标准所要求的烟密度2级或以上水平(2级要求ISO5659-2测试烟密度 $D_s \max \leq 300$)。

[0003] 聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT),是由对苯二甲酸和丁二醇通过缩聚反应聚合而成,目前经玻璃纤维增强的PBT材料已广泛应用于照明灯具、冷却风扇、连接器、线圈骨架、电器外壳及其它电子电气部件中。随着技术的发展,人们对PBT改性材料性能要求越来越高,同时成本的压力也迫使做出改变,这种情况下,具有更优异性能的玻纤增强PBT/PET合金材料应运而生。聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)具有良好的耐热性和较低的成本,且PET在玻纤增强的PBT体系中能够有效防止玻璃纤维外露,起到产品表面高光的效果。

[0004] 当玻纤增强的PBT/PET合金应用于轨道交通、建材、线缆等行业时,对其进行阻燃、抑烟改性是不可或缺的,尤其是应用于某些对抑烟性能有极高要求的场景时,要求烟密度达到EN45545-2标准3级水平($ISO5659-2$ 测试烟密度 $D_s \max \leq 150$)。中国专利CN111534060A公开了一种增强阻燃PBT/PET合金,该增强阻燃PBT/PET合金包括PBT、PET、玻璃纤维、溴系阻燃剂及其他组分,制得的增强阻燃PBT/PET合金具有较好的耐热性好和阻燃性,但并未关注其发烟量或烟密度指标。中国专利申请CN 102532826 A公开了一种低成本阻燃玻纤增强PBT工程塑料,该阻燃玻纤增强PBT工程塑料利用硅酸盐的抑烟作用,制得的低成本阻燃玻纤增强PBT工程塑料具有较好的阻燃性,但其烟密度无法满足EN45545-2标准3级水平。

[0005] 因此,对于含卤阻燃增强PBT/PET复合物的抑烟性能提升,是亟待进行的。

发明内容

[0006] 本发明为克服上述现有技术所述的表面浮纤、烟密度较高的缺陷,提供一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,该低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物具有良好的光泽度、阻燃性,且烟密度达到EN45545-2标准3级水平。

[0007] 本发明的另一目的在于提供上述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物的制备方法。

[0008] 本发明的另一目的在于提供上述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物的应用。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0010] 一种低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物,包括如下重量份的组分:

- [0011] 聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT) 15~50份,
- [0012] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET) 8~30份,
- [0013] 玻璃纤维10~40份,
- [0014] 溴系阻燃剂10~16份,
- [0015] 协效阻燃剂3~7份,
- [0016] 环氧树脂0.5~1份,
- [0017] 勃姆石2~4份,
- [0018] 高岭土2~8份,
- [0019] 硬脂酸镁2~4份;
- [0020] 所述PBT与PET重量比为(1~4):1,
- [0021] 所述硬脂酸镁的粒径 $D_{50} \leq 5\mu\text{m}$ 。
- [0022] 发明人通过研究发现,当PET以适当的比例与PBT复配时,不仅可以显著减少浮纤、提升材料的表面光泽度,还能对有效降低复合物的烟密度水平有帮助。进一步的,在勃姆石、高岭土和特定粒径的硬脂酸镁的协同作用下,本发明的含卤阻燃增强PBT/PET复合物的烟密度可以达到极低的水平,ISO5659-2-2016测试烟密度 $D_{s\text{ max}} \leq 150$,满足EN45545-2标准3级要求。在本发明技术方案中所述硬脂酸镁的粒径 D_{50} 要求 $\leq 5\mu\text{m}$,若硬脂酸镁的粒径过大,则无法达到本发明所述抑烟效果。
- [0023] 所述硬脂酸镁优选江西宏远化工牌号为YZM-32C的产品。
- [0024] 勃姆石的分子式为 $\gamma\text{-AlOOH}$,本申请中所述勃姆石的平均晶粒度 $\geq 10\text{nm}$ 。
- [0025] 较低晶粒度的勃姆石由于具有低密度、更大的表面积、特殊的结构和形貌等特性,从而使其具有不同于大晶粒度勃姆石的特殊的物理和化学性质,在含卤阻燃增强PBT/PET体系中能够更显著地降低材料燃烧时的发烟量。优选地,所述勃姆石的平均晶粒度优选为10~20nm。
- [0026] 所述勃姆石优选南京埃普瑞纳米材料有限公司,型号为勃姆石235的产品。
- [0027] 发明人发现,酸性适中且粒径更低的高岭土在PBT/PET体系中能够起到更优的抑烟效果。
- [0028] 优选地,所述高岭土的粒径优选为 $D_{50} \leq 0.5\mu\text{m}$ 。
- [0029] 优选地,所述高岭土的pH值优选为4~5。
- [0030] 所述高岭土优选杭州崇科新材料有限公司牌号为Eckalite 1PLUS的产品。
- [0031] 优选地,所述勃姆石、高岭土、硬脂酸镁的重量比为1:(1~2):1。
- [0032] 发明人研究发现,当勃姆石、高岭土、硬脂酸镁以重量比1:(1~2):1进行复配时,制得的含卤阻燃增强PBT/PET复合物能够获得更优的抑烟效果。
- [0033] 优选地,所述PBT在25℃下特性粘度为0.7~1.3dL/g,所述PET在25℃下特性粘度为0.5~0.8dL/g。特性粘度测试方法依据GB/T 14190-2017。
- [0034] 在此特性粘度范围下,PBT/PET复合物能够获得更优的综合性能。
- [0035] 所述溴系阻燃剂可以是PBT或PET体系中常用的溴系阻燃剂,如高分子溴化环氧、溴化聚苯乙烯、溴化聚碳酸酯阻燃剂、十溴联苯醚等。
- [0036] 优选地,所述溴系阻燃剂优选为高分子溴化环氧、溴化聚苯乙烯和溴化聚碳酸酯阻燃剂中的一种或几种。这些溴系阻燃剂更符合环保要求。

- [0037] 优选地,所述协效阻燃剂优选为锑白。
- [0038] 优选地,所述溴系阻燃剂与协效阻燃剂的重量比为(2~4):1。
- [0039] 优选地,所述玻璃纤维经过偶联剂处理。
- [0040] 更优选地,所述偶联剂为N-(β -氨基乙基)- γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷和异丙基二(甲基丙烯酰基)异硬脂酰基钛酸酯的共混物,三者共混重量比为1:2:1。
- [0041] 优选地,所述环氧树脂为双酚A型缩水甘油醚,环氧当量为2500~3100g/eq。环氧当量测试方法依据GB/T 4612-2008。
- [0042] 环氧树脂的加入可以显著改善PBT/PET复合物的性能稳定性。
- [0043] 本发明还保护上述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物的制备方法,包括如下步骤:
- [0044] 将溴系阻燃剂与协效阻燃剂混合制成第一预混物;
- [0045] 将环氧树脂与勃姆石、高岭土、硬脂酸镁混合制成第二预混物;
- [0046] 将PBT、PET、玻璃纤维、第一预混物、第二预混物加入挤出机,经混合分散、熔融挤出造粒,得到低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物。
- [0047] 优选地,所述挤出机为双螺杆挤出机。
- [0048] 更优选地,所述双螺杆挤出机从喂料口到机头的一区温度为200~230℃,二区温度为240~260℃,三区温度为235~255℃,四区温度为235~255℃,五区温度为235~255℃,六区温度为240~260℃,七区温度为240~260℃,八区温度为220~240℃,九区温度为220~240℃,十区温度为240~260℃,所述双螺杆挤出机的螺杆转速为200~450转/分钟。
- [0049] 本发明还保护上述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物在制备轨道交通、建材或线缆的塑料部件中的应用。
- [0050] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:
- [0051] 本发明开发出了一种具有低烟密度且表面光泽度良好的含卤阻燃增强PBT/PET复合物。该PBT/PET复合物的烟密度达到EN45545-2标准所要求的烟密度3级,ISO5659-2测试烟密度 $D_s \max \leq 150$,同时使用此PBT/PET复合物制得的PET/PET制品外观光泽度高。本发明的低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物适合应用于对烟密度有极高要求且产品具有良好外观的场合。

具体实施方式

- [0052] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。
- [0053] 实施例中的原料均可通过市售得到;

原料		产品牌号	备注
PBT	0.7 粘度 PBT	江苏仪征化纤 GX111	25℃粘度 0.7 dL/g
	1.3 粘度 PBT	江苏仪征化纤 GL236	25℃粘度 1.3 dL/g
PET	0.5 粘度 PET	珠海华润化学材料科技有限公司 CR7702	25℃粘度 0.5dL/g
	0.8 粘度 PET	江苏仪征化纤 BG80	25℃粘度 0.8dL/g
玻璃纤维	玻璃纤维 A	中国台湾必成股份有限公司 HP3786	经偶联剂处理,偶联剂为 N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷、γ-甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷和异丙基二(甲基丙烯酰基)异硬脂酰基

[0054]

			钛酸酯的共混物,三者共混重量比为 1:2:1。
	玻璃纤维 B	巨石集团有限公司 ECS10-4.5-510H	不经偶联剂处理
	玻璃纤维 C	泰山玻璃纤维有限公司 ECD10-3.0-T435RM	经单一偶联剂处理,偶联剂为偶联剂为 N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷
溴系阻燃剂	溴化聚苯乙烯	科聚亚 PBS-64HW	
协效阻燃剂	锑白	常德辰州锑品有限公司 S-05N	
勃姆石	勃姆石 A	南京埃普瑞纳米,勃姆石 235	晶粒为 16nm
	勃姆石 B	南京埃普瑞纳米,勃姆石 455	晶粒为 35nm
高岭土	高岭土 A	杭州崇科新材料, Eckalite 1 PLUS	D ₅₀ =0.3μm, pH=4.5
	高岭土 B	杭州崇科新材料, Eckapen	D ₅₀ =0.7μm, pH=4.5
	高岭土 C	杭州崇科新材料, PoleStar 400	pH=6.5, D ₅₀ =0.4μm
硬脂酸镁	硬脂酸镁 A	江西宏远化工, YZM-32C	D ₅₀ =3.5μm
	硬脂酸镁 B	江西宏远化工, YZM-75C	D ₅₀ =8μm
环氧树脂	双酚 A 型缩水甘油醚	国都化工 YD-019	环氧当量为 2500~3100g/eq

[0055]

[0056] 除非特别说明,本发明采用的试剂、方法和设备为本技术领域常规试剂、方法和设备。

[0057] 实施例1~18

[0058] 实施例1~18的PBT/PET复合物中各组分的含量如表1所示。

[0059] 其制备方法为:根据表1将溴系阻燃剂与协效阻燃剂混合制成第一预混物;将环氧

树脂与勃姆石、高岭土、硬脂酸镁混合制成第二预混物；将PBT、PET、玻璃纤维、第一预混物、第二预混物加入双螺杆挤出机，经混合分散、熔融挤出造粒，得到低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物。

[0060] 其中，双螺杆挤出机从喂料口到机头的一区温度为200~230℃，二区温度为240~260℃，三区温度为235~255℃，四区温度为235~255℃，五区温度为235~255℃，六区温度为240~260℃，七区温度为240~260℃，八区温度为220~240℃，九区温度为220~240℃，十区温度为240~260℃，所述双螺杆挤出机的螺杆转速为200~450转/分钟。

[0061] 表1实施例1~18的PBT/PET复合物的组分含量(重量份)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
[0062]	PBT	0.7 粘度 PBT	30	40	48	50	15	30	30	30
	PET	0.5 粘度 PET	30	20	12	13	8	30	30	30
	玻璃纤维	玻璃纤维 A	10	10	10	10	10	10	10	10
	溴系阻燃剂	溴化聚苯乙烯	12	12	12	12	12	12	12	12
	协效阻燃剂	锑白	3	3	3	3	3	3	3	3
	勃姆石	勃姆石 A	2	2	2	2	2	2	2	4
	高岭土	高岭土 A	4	4	4	4	4	2	8	4
	硬脂酸镁	硬脂酸镁 A	2	2	2	2	2	2	2	4
	环氧树脂	双酚 A 型缩水甘油醚	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

[0063] 表1续实施例1~18的PBT/PET复合物的组分含量(重量份)

		10	11	12	13	14	15	16	17	18
PBT	0.7 粘度 PBT	0	30	30	30	30	30	30	30	30
	1.3 粘度 PBT	30	0	0	0	0	0	0	0	0
PET	0.5 粘度 PET	30	0	30	30	30	30	30	30	30
	0.8 粘度 PET	0	30	0	0	0	0	0	0	0
玻璃纤维	玻璃纤维 A	10	10	10	10	10	40	0	0	10
	玻璃纤维 B	0	0	0	0	0	0	10	0	0
	玻璃纤维 C	0	0	0	0	0	0	0	10	0
溴系阻燃剂	溴化聚苯乙烯	12	12	12	12	12	12	12	12	14
协效阻燃剂	锑白	3	3	3	3	3	3	3	3	7
勃姆石	勃姆石 A	2	2	0	2	2	2	2	2	2
	勃姆石 B	0	0	2	0	0	0	0	0	0
高岭土	高岭土 A	4	4	4	0	0	4	4	4	4
	高岭土 B	0	0	0	4	0	0	0	0	
	高岭土 C	0	0	0	0	4	0	0	0	0
硬脂酸镁	硬脂酸镁 A	2	2	2	2	2	2	2	2	2
环氧树脂	双酚 A 型缩水甘油醚	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

[0065] 对比例1~8

[0066] 对比例1~8的PBT/PET复合物中各组分的含量如表2所示。

[0067] 其制备方法为:根据表1将溴系阻燃剂与协效阻燃剂混合制成第一预混物;将环氧树脂与勃姆石、高岭土、硬脂酸镁混合制成第二预混物;将PBT、PET、玻璃纤维、第一预混物、第二预混物加入双螺杆挤出机,经混合分散、熔融挤出造粒,得到低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物。

[0068] 其中,双螺杆挤出机从喂料口到机头的一区温度为200~230℃,二区温度为240~260℃,三区温度为235~255℃,四区温度为235~255℃,五区温度为235~255℃,六区温度为240~260℃,七区温度为240~260℃,八区温度为220~240℃,九区温度为220~240℃,十区温度为240~260℃,所述双螺杆挤出机的螺杆转速为200~450转/分钟。

[0069] 表2对比例1~8的PBT/PET复合物的组分含量(重量份)

		1	2	3	4	5	6	7	8
PBT	0.7 粘度 PBT	30	30	30	30	30	50	15	60
PET	0.5 粘度 PET	30	30	30	30	30	8	30	40
玻璃纤维	偶联的玻璃纤维	10	10	10	10	10	10	10	10
溴系阻燃剂	溴化聚苯乙烯	12	12	12	12	12	12	12	12
协效阻燃剂	锑白	3	3	3	3	3	3	3	3
勃姆石	勃姆石 A	0	2	2	0	2	2	2	2
高岭土	高岭土 A	4	0	4	0	4	4	4	4
硬脂酸镁	硬脂酸镁 A	2	2	0	0		2	2	2
	硬脂酸镁 B					2			
环氧树脂	双酚 A 型缩水甘油醚	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

[0070] 性能测试

[0071] 对上述实施例及对比例制备的PBT/PET复合物进行性能测试,测试方法如下:

[0072] 光泽度:将PBT/PET复合物注塑为表面光滑的色板后使用光泽度仪测试,入射角为60°,色板尺寸≥60*60mm;

[0073] 阻燃性@1.0mm:UL94:2003;

[0074] 烟密度Ds max@1.0mm:ISO5659-2:2012。

[0075] 测试结果

[0076] 各实施例的PBT/PET复合物的性能测试结果见表3,各对比例的PBT/PTT复合物的性能测试结果见表4。

[0077] 表3实施例1~18的性能测试结果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
光泽度	72	70	68	68	71	70	71	70	71
阻燃性	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0

	烟密度	127	131	137	136	132	128	146	144	147
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
[0080]	光泽度	72	72	71	70	72	67	66	68	72
	阻燃性	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0
	烟密度	128	127	148	146	145	128	145	141	129

[0081] 由表3可以看出,本申请各实施例制得的PBT/PET复合物均具有良好的光泽度,阻燃性为V0,烟密度达到EN45545-2标准所要求的烟密度3级标准。根据实施例1、实施例6~9,当勃姆石、高岭土、硬脂酸镁以重量比1:(1~2):1进行复配时,所述低烟密度含卤阻燃增强PBT/PET复合物具有更低的烟密度。根据实施例1、实施例12~14,勃姆石平均晶粒度优选为10~20nm,高岭土的粒径优选为 $D_{50} \leq 0.5 \mu\text{m}$,高岭土的pH值优选为4~5。

[0082] 表4对比例1~8的性能测试结果

[0083]		1	2	3	4	5	6	7	8
	光泽度	71	70	71	69	71	48	45	69
	阻燃性	V0	V0	V0	V0	V0	V0	V0	HB
	烟密度	359	362	357	396	195	178	135	236

[0084] 根据表4的测试结果,由对比例1~4,当勃姆石、高岭土、硬脂酸镁中缺少其中某一组分或几种组分时,PBT/PET复合物虽具有良好的阻燃性和光泽度,但烟密度较高, $D_s \max \geq 350$,无法满足低烟密度的要求。由对比例5,当硬脂酸镁的粒径过高时,烟密度为189,也达不到EN45545-2标准所要求的烟密度3级标准。由对比例6~7,当PBT与PET的重量比超出本申请技术方案的范围时,PBT/PET复合物的光泽度较差。由对比例8,PBT和PET的添加量过大,PBT/PET复合物的阻燃性为HB,达不到实际阻燃需求。

[0085] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。