



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115651385 B

(45) 授权公告日 2023.09.26

(21) 申请号 202211349832.5

(22) 申请日 2022.10.31

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115651385 A

(43) 申请公布日 2023.01.31

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

(72) 发明人 梁惠强 陈平绪 叶南飏 岑茵  
艾军伟 王培涛 彭民乐 董相茂  
丁超 张志铭

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限  
公司 44102  
专利代理师 苏晶晶

(51) Int.Cl.

C08L 69/00 (2006.01)

C08L 23/08 (2006.01)

C08K 5/523 (2006.01)

C08K 3/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 111484719 A, 2020.08.04

WO 2016202160 A1, 2016.12.22

审查员 黄姗

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料  
及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明涉及一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料及其制备方法和应用。该聚碳酸酯复合材料包括如下重量份数的组分：聚碳酸酯10~99.9份，阻燃剂1~30份，填料5~30份，抗滴落剂0.01~5份，稳定剂0.01~5份。该聚碳酸酯复合材料具有较低且稳定的收缩率、优异的韧性、优异的刚性以及良好的薄壁阻燃性，且该配方对回收聚碳酸酯树脂体系也适用。

1. 一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料,其特征在于,包括如下重量份数的组分:  
聚碳酸酯10~99.9份,  
阻燃剂1~30份,  
填料5~30份,  
抗滴落剂0.01~5份,  
稳定剂0.01~5份;  
所述稳定剂为乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物;所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物中醋酸乙烯的含量不高于28%,且乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的熔融指数不高于25 g/10min;  
所述填料为具有片层结构的填料;  
所述填料为滑石粉、硅灰石或玻璃粉中的至少一种。
2. 根据权利要求1所述聚碳酸酯复合材料,其特征在于,包括如下重量份数的组分:  
聚碳酸酯50~90份,  
阻燃剂10~25份,  
填料15~25份,  
抗滴落剂0.1~2份,  
稳定剂0.1~3份。
3. 根据权利要求1所述聚碳酸酯复合材料,其特征在于,所述聚碳酸酯为新料聚碳酸酯和/或回收聚碳酸酯。
4. 根据权利要求2所述聚碳酸酯复合材料,其特征在于,所述回收聚碳酸酯的端羟基含量为300~1100ppm。
5. 根据权利要求1所述聚碳酸酯复合材料,其特征在于,所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物中的醋酸乙烯的含量为14~26%。
6. 根据权利要求1所述聚碳酸酯复合材料,其特征在于,所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的熔融指数为2.5~20 g/10min。
7. 权利要求1~6任一所述聚碳酸酯复合材料的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:  
将各组分混合,熔融挤出,造粒,即得所述聚碳酸酯复合材料。
8. 权利要求1~6任一所述聚碳酸酯复合材料在制备家电外壳或电子设备外壳中的应用。

## 一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料及其制备方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工程塑料领域,更具体地,涉及一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料及其制备方法和应用。

### 背景技术

[0002] 聚碳酸酯是一种无定形,无味、无臭、无毒透明的热塑性塑料聚合物,具有优良的机械,热及电综合性能,其在电子电器工业方面可用作电子计算机、电视机、收音机、音箱设备和家用电器等的绝缘接插件、线圈框架、端子、垫片等。随着以塑代钢的趋势,塑料的应用领域越来越广泛,因此人们对塑料制件尺寸精度的要求日益严苛。精密注塑成型已经成为塑料成型的一种重要的方法,其特点为注塑件的精度高、包括尺寸精度和重复精度。

[0003] 在一些针对精密注塑的应用场景中,比如:电视机外壳、音响外壳,需要进一步的精确且稳定收缩率的范围(0.21~0.35%),以保证脱模和装配的要求;名称为芳香族聚碳酸酯树脂组合物的中国专利通过添加玻璃微珠使聚碳酸酯树脂的收缩率达到0.4~0.6%,但该收缩率较高且波动范围较大,不符合上述应用场景的注塑要求。此外,上述的应用场景还要求聚碳酸酯树脂优异的刚性和韧性,以扩展材料在不断变化的场景中的应用。

[0004] 此外,再生塑料市场增长已是必然趋势,故在开发满足精确且稳定收缩率的范围(0.21~0.35%)、具有优异的刚性和韧性的聚碳酸酯树脂时,还需考虑技术对回收聚碳酸酯树脂(PCR)的适用性。

### 发明内容

[0005] 本发明的首要目的是克服上述现有技术的聚碳酸酯树脂的收缩率、刚性和韧性不能满足应用要求或现有技术对回收聚碳酸酯树脂不适用的问题,提供一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料。该聚碳酸酯复合材料具有较低且稳定的收缩率、优异的韧性、优异的刚性、良好的外观以及良好的薄壁阻燃性,且该配方对回收聚碳酸酯树脂体系也适用。

[0006] 本发明的进一步目的是提供上述聚碳酸酯复合材料的制备方法。

[0007] 本发明的进一步目的是提供上述聚碳酸酯复合材料在制备家电外壳或电子设备外壳中的应用。

[0008] 本发明的上述目的通过以下技术方案实现:

[0009] 一种具有稳定收缩率的聚碳酸酯复合材料,包括如下重量份数的组分:

聚碳酸酯 10~99.9 份,

阻燃剂 1~30 份,

[0010] 填料 5~30 份,

抗滴落剂 0.01~5 份,

稳定剂 0.01~5 份,

[0011] 所述稳定剂为乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物;所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物中醋酸乙烯的含量不高于28%,且乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物熔融指数不高于25g/10min。

[0012] 本发明的发明人通过多次研究发现,加入特定含量的填料可以降低聚碳酸酯复合材料的收缩率,在此基础上,再加入作为稳定剂的特定醋酸乙烯的含量和熔融指数的乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,可以使得聚碳酸酯复合材料的收缩率进一步降低并稳定在一定范围内(0.21~0.35%),且具有优异的刚性和韧性。其原因是:引入一定醋酸乙烯含量的稳定剂,可以赋予树脂体系一定的酸性,并让熔融过程呈现持续的稳定的酸性,稳定了树脂体系,提高了填料与聚碳酸酯的结合力,使得聚碳酸酯复合材料良好的加工性、注塑精密性和外观,收缩率进一步降低并保持稳定;而稳定剂中的乙烯段可以赋予聚碳酸酯-填料体系较好的韧性,使得聚碳酸酯复合材料具有良好的刚性的情况下仍能保持较好的韧性,实现刚韧平衡;而甲基丙烯酸基团的作用提高材料的流动性,降低材料收缩率。对于端羟基含量较高的回收聚碳酸酯(新料聚碳酸酯经使用后,端羟基含量一般会变高),本发明的稳定剂同样能起到很好的稳定作用,故本发明的技术不仅适用于新料聚碳酸酯体系,也适用于回收聚碳酸酯树脂体系。此外,本发明的配方对材料的薄壁阻燃同样具有很好的稳定作用,故本发明的聚碳酸酯复合材料具有良好的薄壁阻燃性能。

[0013] 乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的醋酸乙烯的含量不能太高(超过28%),否则会降低复合材料的刚性和阻燃性;乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的熔融指数不能太高(超过25g/10min),否则会降低复合材料的刚性、阻燃性及韧性。

[0014] 即本发明的聚碳酸酯复合材料具有较低且稳定的收缩率、优异的韧性、优异的刚性、良好的外观以及良好的薄壁阻燃性,且该配方对回收聚碳酸酯树脂体系也适用。

[0015] 本发明的乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的熔融指数可按ASTM D1238-2013在190℃/2.16KG条件下测得。

[0016] 优选地,包括如下重量份数的组分:

聚碳酸酯 50~90 份,

阻燃剂 10~25 份,

[0017] 填料 15~25 份,

抗滴落剂 0.1~2 份,

稳定剂 0.1~3 份。

[0018] 本领域常用的聚碳酸酯都可以用于本发明。

[0019] 优选地,所述聚碳酸酯为新料聚碳酸酯和/或回收聚碳酸酯。

[0020] 应当理解的是,回收聚碳酸酯是指按照本领域常规的物理回收处理方式对废弃的聚碳酸酯进行分类收集得到的回收料。

[0021] 新料聚碳酸酯是指经过聚合后直接使用未经注塑或者使用的聚碳酸酯树脂。

[0022] 可选地,所述聚碳酸酯中回收聚碳酸酯的重量分数不低于15%。

[0023] 进一步可选地,所述聚碳酸酯中回收聚碳酸酯的重量分数为25~100%。

[0024] 更为优选地,所述回收聚碳酸酯的端羟基含量为300~1100PPM。

[0025] 本发明的回收聚碳酸酯的端羟基含量可按照HG/T 2709-1995标准测得。

- [0026] 更为优选地,所述回收聚碳酸酯的熔融指数为5~20g/10min。
- [0027] 本发明的回收聚碳酸酯的熔融指数可按照ASTM D1238-2013标准测得。
- [0028] 优选地,所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物中的醋酸乙烯的含量为14~26%。
- [0029] 优选地,所述乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物的熔融指数为2.5~20 g/10min。
- [0030] 优选地,所述填料为具有片层结构的填料,片层的厚度为2.5~10 $\mu$ m。
- [0031] 更为优选地,所述填料为滑石粉、硅灰石或玻璃粉中的至少一种。
- [0032] 本领域常用的阻燃剂和抗滴落剂都可用于本发明。
- [0033] 可选地,所述阻燃剂为双酚A双(二苯基磷酸酯)、磷酸三苯酯或间苯二酚-双(二磷酸酯)中的至少一种。
- [0034] 可选地,所述抗滴落剂为PTFE、PTFE/SAN共混物、PTFE/PE共混物或 PTFE/ABS共混物中的至少一种。
- [0035] 优选地,所述聚碳酸酯复合材料还包括其他助剂0.1~2份。
- [0036] 更为优选地,所述其他助剂为抗氧剂或润滑剂中的至少一种。
- [0037] 可选地,所述抗氧剂为四[ $\beta$ -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯、亚磷酸酯或 $\beta$ -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸正十八碳醇酯中的至少一种。
- [0038] 可选地,所述润滑剂为多元醇酯、聚乙烯蜡或蒙旦蜡中的至少一种。
- [0039] 上述聚碳酸酯组合物的制备方法,包括如下步骤:将各组分混合,熔融挤出,造粒,即得所述聚碳酸酯复合材料。
- [0040] 更为优选地,所述搅拌混合的转速为100~200转/min;所述双螺杆挤出机的长径比为36~52:1,螺筒温度为210~280 $^{\circ}$ C,螺杆转速为300~800转/mim。
- [0041] 上述聚碳酸酯组合物在制备家电外壳或电子设备外壳中的应用也在本发明的保护范围内。
- [0042] 优选地,所述家电外壳为电视机外壳、音响外壳或收音机。
- [0043] 优选地,所述电子设备外壳为笔记本电脑外壳或平板电脑外壳。
- [0044] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:
- [0045] 本发明的聚碳酸酯复合材料具有较低且稳定的收缩率、优异的韧性、优异的刚性以及良好的薄壁阻燃性,且该配方对回收聚碳酸酯树脂体系也适用。

### 具体实施方式

- [0046] 为了更清楚、完整的描述本发明的技术方案,以下通过具体实施例进一步详细说明本发明,应当理解,此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明,可以在本发明权利限定的范围内进行各种改变。
- [0047] 本发明各实施例及对比例选用的部分试剂说明如下:
- [0048] 聚碳酸酯(回收)1#:PC-TJ17CR01ST(天炬,来源为水桶),物理回收,熔指5g/10min,端羟基含量为300PPM;
- [0049] 聚碳酸酯(回收)2#:PC ASL-06(奥赛尔,来源为水桶),物理回收,熔指10g/10min,端羟基含量为650PM;

- [0050] 聚碳酸酯(回收)3#:PC 1800(奥赛尔,来源为车灯),物理回收,熔指20g/10min,端羟基含量为1100PPM;
- [0051] 聚碳酸酯(回收)4#:PC-TJ17CR01BT(天炬,来源为板材),物理回收,熔指30g/10min,端羟基含量为1200PPM;
- [0052] 聚碳酸酯(新料):PC S-2000F(日本出光),熔指为10g/10min;
- [0053] 阻燃剂:双酚A双(二苯基磷酸酯),市售;
- [0054] 抗滴落剂:TS-30X,市售;
- [0055] 填料1#:滑石粉,片层结构,片层厚度为2.5~5 $\mu$ m,HTPUltra5L,辽宁艾海;
- [0056] 填料2#:硅灰石,片层结构,片层厚度为5~10 $\mu$ m,NYGLOS 4W 10992, IMERYS;
- [0057] 填料3#:高岭土,针状结构,TRANSLINK 445,BASF;
- [0058] 稳定剂1#:三井杜邦,Evafiex 450,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为19%,熔融指数为15g/10min;
- [0059] 稳定剂2#:三井杜邦,Evafiex 550,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为14%,熔融指数为15g/10min;
- [0060] 稳定剂3#:日本东曹,Nipofiex 634,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为26%,熔融指数为20g/10min;
- [0061] 稳定剂4#:Atofina,Evatane 28-25,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为28%,熔融指数为25g/10min;
- [0062] 稳定剂5#:三井杜邦,Evafiex 460,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为19%,熔融指数为2.5g/10min;
- [0063] 稳定剂6#:杜邦,EVA 240,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为28%,熔融指数为43g/10min;
- [0064] 稳定剂7#:Atofina,Evatane 33-25,乙烯-醋酸乙烯-甲基丙烯酸三元共聚物,醋酸乙烯的含量为33%,熔融指数为25g/10min;
- [0065] 稳定剂8#:润滑剂,多元醇酯(PETS-AP),FACI SINGAPORE;
- [0066] 其他助剂:抗氧剂1076,市售;
- [0067] 如未特别说明,各平行实施例和对比例中选用的各组分(例如阻燃剂、抗滴落剂和其他助剂)均为相同的市售产品。
- [0068] 本发明各实施例和对比例提供的聚碳酸酯复合材料按如下测试方法进行性能测定:
- [0069] 1、阻燃等级:按照“塑料材料的可燃性测试,UL94-2018”的规程进行可燃性测试。基于燃烧速率、熄灭时间、抵抗低落的能力、以及低落是否正燃烧,来得出阻燃等级。用于测试的样品:125mm长度13mm宽度,本发明在进行测试时厚度选为1.0mm,根据UL94规程,可以将材料阻燃等级分类为(UL94-HB):V0、V1、V2、5VA和/或5VB。同时测定样品经在恒温恒湿箱中设定温度为85 $^{\circ}$ C湿度为85%的湿热老化处理500h后,按照相同的条件测定其阻燃等级。
- [0070] 2、弯曲模量:按照ASTM D790-2017标准进行3.0mm测试,放在室温为25 $^{\circ}$ C湿度为50%的环境下进行调节48h以上,然后进行测试并记录结果,测试结果数值越高,刚性越好。
- [0071] 3、冲击强度:根据ASTM D256-2010标准下测试3.0mm IZOD冲击强度;,放在室温为

25℃湿度为50%的环境下进行调节48h以上,然后进行测试并记录结果,测试结果数值越高,韧性越好。

[0072] 4、收缩率:注塑温度固定在265℃,注塑压力为50%,注塑速度为50%,注塑2.0mm的十字收缩率板,注塑后放在室温为25℃湿度为50%的环境下进行调节48h以上,然后通过二次元进行测量并记录结果,得到收缩率。

[0073] 本发明的各实施例及对比例的聚碳酸酯复合材料的制备工艺如下:按照配比称取各组分后,加入高混机中搅拌共混,得到预混料,然后在双螺杆挤出机中进行挤出,熔融造粒工序后即得聚碳酸酯复合材料。其中,搅拌的转速为150转/min,双螺杆挤出机的长径比为40:1,螺筒温度为260℃,螺杆转速为600转/min。

[0074] 实施例1~18

[0075] 实施例1~18提供一系列聚碳酸酯复合材料,其配方如表1和表2所示。

[0076] 表1实施例1~9的配方(重量份)

组分	实施例								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
聚碳酸酯(回收) 1#	65	10	99.9	50	90	65	9.75	16.25	/
[0077] 聚碳酸酯(新料)	/	/	/	/	/	/	55.25	48.75	65
阻燃剂	10	30	1	25	10	10	10	10	10
抗滴落剂	0.5	5	0.01	2	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5
填料 1#	20	30	5	25	15	20	20	20	20

[0078] 稳定剂 1#	1	5	0.01	3	0.1	1	1	1	1
其他助剂	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0

[0079] 表2实施例10~18的配方(重量份)

	实施例								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
聚碳酸酯（回收）1#	/	/	/	65	65	65	65	65	65
聚碳酸酯（回收）2#	65	/	/	/	/	/	/	/	/
聚碳酸酯（回收）3#	/	65	/	/	/	/	/	/	/
聚碳酸酯（回收）4#	/	/	65	/	/	/	/	/	/
阻燃剂	10	10	10	10	10	10	10	10	10
抗滴落剂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
填料 1#	20	20	20	/	/	20	20	20	20
填料 2#	/	/	/	20	/	/	/	/	/
填料 3#	/	/	/	/	20	/	/	/	/
稳定剂 1#	1	1	1	1	1	/	/	/	/
稳定剂 2#	/	/	/	/	/	1	/	/	/
稳定剂 3#	/	/	/	/	/	/	1	/	/
稳定剂 4#	/	/	/	/	/	/	/	1	/
稳定剂 5#	/	/	/	/	/	/	/	/	1

[0080] 对比例1

[0082] 本对比例提供一种聚碳酸酯复合材料,其配方与实施例1的不同之处在于,将稳定剂1#替换为稳定剂6#。

[0083] 对比例2

[0084] 本对比例提供一种聚碳酸酯复合材料,其配方与实施例1的不同之处在于,将稳定剂1#替换为稳定剂7#。

[0085] 对比例3

[0086] 本对比例提供一种聚碳酸酯复合材料,其配方与实施例1的不同之处在于,将稳定剂1#替换为稳定剂8#。

[0087] 对比例4

[0088] 本对比例提供一种聚碳酸酯复合材料,其配方与实施例1的不同之处在于,稳定剂1#的用量为33份。

[0089] 按上述提及的测试方法对各实施例和对比例的聚碳酸酯复合材料的性能进行测试,测试结果如表3。

[0090] 表3各实施例和对比例的聚碳酸酯复合材料的性能测试结果

测试结果	阻燃等级	弯曲模量(MPa)	冲击强度(J/m)	收缩率(%)
实施例1	V-0	5600	120	0.28



实施例2	V-0	6300	75	0.21
实施例3	V-0	4200	350	0.35
实施例4	V-0	5800	105	0.24
实施例5	V-0	4800	180	0.31
实施例6	V-0	5400	130	0.28
实施例7	V-0	5800	150	0.27
实施例8	V-0	5700	135	0.26
实施例9	V-0	5900	175	0.28
实施例10	V-0	5450	105	0.28
实施例11	V-0	5300	95	0.27
实施例12	V-1	4200	60	0.26
实施例13	V-0	5500	115	0.29
实施例14	V-0	3900	65	0.33
实施例15	V-0	5650	124	0.29
实施例16	V-0	5450	155	0.31
实施例17	V-0	5400	150	0.32
实施例18	V-0	5500	153	0.30
对比例1	V-2	3400	35	0.19
对比例2	V-1	3600	158	0.37
对比例3	V-0	3800	103	0.36
对比例4	HB	2600	260	0.16

[0092] 从表3可知,实施例1~18的聚碳酸酯复合材料具有较低且稳定的收缩率(收缩率越靠近0.21~0.35%的中值,即0.28%,则认为越稳定,如果收缩率在 0.21~0.35%范围之外,则认为收缩率不稳定)、优异的韧性(冲击强度60J/m以上)、优异的刚性(弯曲模量3900MPa)以及良好的薄壁阻燃性(阻燃等级V-1 级以上),且该配方对回收聚碳酸酯树脂体系也适用;通过对各组分用量的进一步调控(如实施例1、4和5),可使聚碳酸酯复合材料的收缩率控制在0.24~0.31%的范围内,冲击强度达到105J/m以上,弯曲模量达到4800MPa以上,阻燃等级达到V-0级。

[0093] 通过实施例1、7、8和9可知,不同的用量配比的新料聚碳酸酯和回收聚碳酸酯复配,得到的聚碳酸酯复合材料都具有较低且稳定的收缩率、优异的韧性、优异的刚性以及良好的薄壁阻燃性,而且还可以实现对回收聚碳酸酯的再利用,降低生产成本,同时符合环保理念。

[0094] 通过实施例1、10、11和12可知,回收聚碳酸酯的端羟基含量在合适范围(300~1100PPM)内(实施例1、10、11),可使聚碳酸酯复合材料的收缩率更加靠近0.28%,冲击强度达到95J/m以上,弯曲模量达到5300MPa以上,阻燃等级达到V-0级。

[0095] 通过实施例1、13和14可知,选用片层厚度为2.5~10 $\mu$ m的片层结构的填料(实施例1和13)时,可使聚碳酸酯复合材料的收缩率更加靠近0.28%,冲击强度达到115J/m以上,弯曲模量达到5500MPa以上。

[0096] 通实施例1、15、16和17可知,稳定剂的醋酸乙烯的含量控制在14~26%范围内(实

施例1、15和16),可使聚碳酸酯复合材料的收缩率更加靠近0.28%,且弯曲模量达到5450MPa以上。

[0097] 对比例1加入的是稳定剂6#,稳定剂6#的熔融指数太高,导致得到的聚碳酸酯复合材料的收缩率无法控制在0.21~0.35%范围内,且弯曲模量和冲击强度较低,阻燃等级仅为V-2级;对比例2加入的是稳定剂7#,稳定剂7#的醋酸乙烯太高,导致得到的聚碳酸酯复合材料的收缩率无法控制在0.21~0.35%范围内,且弯曲模量较低,阻燃等级为V-1级;对比例3加入的是常规的稳定剂8#,导致得到的聚碳酸酯复合材料的收缩率无法控制在0.21~0.35%范围内,且弯曲模量较低;对比例4加入的稳定剂1#的量过多,得到的聚碳酸酯复合材料的收缩率无法控制在0.21~0.35%范围内,且各方面性能都较差。

[0098] 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。