



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105358626 B

(45)授权公告日 2017. 11. 24

(21)申请号 201380077881.0

(22)申请日 2013.07.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105358626 A

(43)申请公布日 2016.02.24

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/049230 2013.07.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/002650 EN 2015.01.08

(73)专利权人 沙特基础全球技术有限公司
地址 荷兰贝尔根奥普佐姆市

(72)发明人 丁绥北

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 张英 宫传芝

(51)Int.Cl.
C08L 77/02(2006.01)
C08L 71/12(2006.01)
C08K 3/34(2006.01)
C08L 53/00(2006.01)
C08K 3/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 1420911 A,2003.05.28,
CN 101528851 A,2009.09.09,
CN 1606590 A,2005.04.13,
WO 99/45069 A1,1999.09.10,
审查员 郭春亮

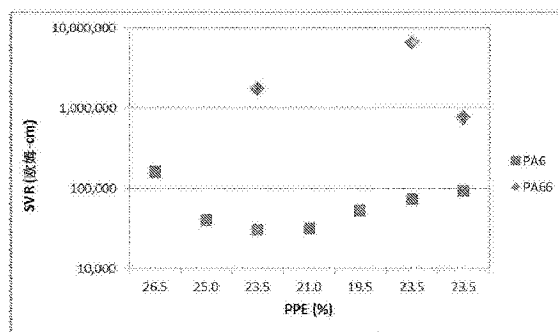
权利要求书2页 说明书14页 附图3页

(54)发明名称

导电聚酰胺组合物以及制品

(57)摘要

一种导电聚酰胺组合物,包括特定量的聚酰胺-6、聚(亚苯基醚)、滑石、氢化嵌段共聚物、碳纳米管、以及用于所述聚酰胺-6和所述聚(亚苯基醚)的增容剂。所述组合物可以包含少量或无聚酰胺-6,6。所述组合物用于制造包括机动车外侧门槛板和机动车外门板的制品。



% PPE	26.5	25.0	23.5	21.0	19.5	23.5	23.5
% 滑石	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	17.6	18.9
SVR - PA6	2.E+05	4.E+04	3.E+04	3.E+04	5.E+04	7.E+04	9.E+04
SVR - PA66	-	-	2.E+06	-	-	6.E+06	8.E+06

1. 一种包括熔融共混包含以下各项的组分的产物的组合物：
 - 40至50重量百分数的聚酰胺-6；
 - 19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚)；
 - 15至20重量百分数的滑石；
 - 7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物：聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合；其中，所述氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量；
 - 1.1至1.7重量百分数的碳纳米管；以及
 - 0.2至1重量百分数的用于所述聚酰胺-6和所述聚(亚苯基醚)的增容剂；其中，所有重量百分数值是基于所述熔融共混组分的总重量。
2. 根据权利要求1所述的组合物，其中，所述聚酰胺-6具有50至80微当量/克的胺末端基团含量以及在90%甲酸中测量的30至50的相对粘度。
3. 根据权利要求1所述的组合物，其中，所述熔融共混组分包含0至8重量百分数的所述聚酰胺-6,6。
4. 根据权利要求3所述的组合物，其中，所述熔融共混组分包含3至8重量百分数的所述聚酰胺-6,6。
5. 根据权利要求3所述的组合物，其中，所述熔融共混组分包含0至1重量百分数的所述聚酰胺-6,6。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的组合物，其中，所述聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)具有在25℃下在氯仿中测量的0.33至0.46分升每克的固有粘度。
7. 根据权利要求1-5中任一项所述的组合物，其中，所述滑石具有2至5微米的中值粒径。
8. 根据权利要求1-5中任一项所述的组合物，其中，所述氢化嵌段共聚物包含所述聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物。
9. 根据权利要求1-5中任一项所述的组合物，其中，所述碳纳米管包含具有2至20纳米直径的多壁碳纳米管。
10. 根据权利要求1-5中任一项所述的组合物，其中，所述熔融共混组分进一步包含0.5至1.5重量百分数的矿物油。
11. 根据权利要求1所述的组合物，
其中，所述熔融共混组分包括
 - 42至47重量百分数的所述聚酰胺-6，
 - 20至26重量百分数的所述聚(亚苯基醚)，
 - 15至18重量百分数的所述滑石，
 - 7至11重量百分数的所述氢化嵌段共聚物，
 - 1.1至1.5重量百分数的所述碳纳米管，以及
 - 0.2至0.8重量百分数的所述增容剂；其中，所述氢化嵌段共聚物包含所述聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物；以及
其中，所述增容剂包含马来酸、马来酸酐、柠檬酸、富马酸、或它们的组合。

12. 一种包括包含熔融共混包括以下各项的组分的产物的组合物的制品：
40至50重量百分数的聚酰胺-6；
19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚)；
15至20重量百分数的滑石；
7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物：聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合；其中，所述氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量；
1.1至1.7重量百分数的碳纳米管；以及
0.2至1重量百分数的用于所述聚酰胺-6和所述聚(亚苯基醚)的增容剂；
其中，所有重量百分数值是基于所述熔融共混物组分的总重量。
13. 根据权利要求12所述的制品，其中，所述熔融共混组分包含0至8重量百分数的聚酰胺-6,6。
14. 根据权利要求12所述的制品，其中，所述熔融共混组分包含3至8重量百分数的所述聚酰胺-6,6。
15. 根据权利要求12所述的制品，其中，所述熔融共混组分包含0至1重量百分数的所述聚酰胺-6,6。
16. 根据权利要求12所述的制品，其中，所述氢化嵌段共聚物包含所述聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物。
17. 根据权利要求12所述的制品，
其中，所述熔融共混组分包括
42至47重量百分数的所述聚酰胺-6，
20至26重量百分数的所述聚(亚苯基醚)，
15至18重量百分数的所述滑石，
7至11重量百分数的所述氢化嵌段共聚物，
1.1至1.5重量百分数的所述碳纳米管，以及
0.2至0.8重量百分数的所述增容剂；
其中，所述氢化嵌段共聚物包含所述聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物；以及
其中，所述增容剂包含马来酸、马来酸酐、柠檬酸、富马酸、或它们的组合。
18. 根据权利要求12-17中任一项所述的制品，其中，所述制品是机动车外侧门槛板。
19. 根据权利要求12-17中任一项所述的制品，其中，所述制品是机动车外门板。

导电聚酰胺组合物以及制品

背景技术

[0001] 聚酰胺-6,6和聚(亚苯基醚)的未填充的导电共混物由于它们的优点(包括在线涂覆性能、用于更佳燃料效率的重量降低(相对于钢)、抗凹陷性(dent resistance)、和抗冲击性),长期用于机动车外部部件如挡泥板(fender)、反射镜壳(mirror shell)、和加油口门(fuel filler door)。迄今为止,由于难以配制同时满足对于耐热性、硬度、导电性、和热膨胀系数的需要的共混物,聚酰胺-6,6和聚(亚苯基醚)的共混物还不能适合于其他的机动车外部部件如侧门槛板(side sill panel)和门板(door panel)。

[0002] 可以通过加入填料如玻璃纤维、滑石、或云母来减少热膨胀系数。然而,加入这些物质趋向于损害冲击强度。可以通过加入导电性的碳剂(carbon agent)如导电碳黑(CCB)、单壁纳米管(SWNT)、或多壁纳米管(MWNT)来改善导电性,但是它们的添加趋向于增加成本、降低冲击强度、和降低熔体流动性。Koevoets等人的欧洲专利申请公开号2192156A1,描述了包含特定量的聚亚苯基醚、聚酰胺、填料、和多壁纳米管(“碳纤维”)的组合物。在Koevoets申请中举例说明的组合物充分地应用于许多用途,除了某些机动车用途(包括侧门槛板和门板),对于表现出增加的导电性、硬度、和熔体流动性,同时基本上保持耐热性和热膨胀系数的组合物存在需要。

发明内容

[0003] 一种实施方式是包括熔融共混包含以下各项的组分的产物的组合物:40至50重量百分数的聚酰胺-6;19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚);15至20重量百分数的滑石;7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合;其中,氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量;1.1至1.7重量百分数的碳纳米管;以及0.2至1重量百分数的用于聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)的增容剂;其中,所有重量百分数值是基于熔融共混组分的总重量。

[0004] 另一实施方式是包括包含熔融共混包含以下各项的组分的产物的组合物的制品:40至50重量百分数的聚酰胺-6;19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚);15至20重量百分数的滑石;7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合;其中,氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量;1.1至1.7重量百分数的碳纳米管;以及0.2至1重量百分数的用于聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)的增容剂;其中,所有的重量百分数值是基于熔融共混组分的总重量。

[0005] 以下详细描述了这些和其它实施方式。

附图说明

[0006] 图1是作为聚(亚苯基醚)含量、聚酰胺类型、和滑石含量函数的挠曲模量的曲线图。在给定聚(亚苯基醚)含量和滑石含量下,含有聚酰胺-6的组合物比含有聚酰胺-6,6的

组合物具有更高的弯曲模量。

[0007] 图2是作为聚(亚苯基醚)含量、聚酰胺类型、和滑石含量函数的比体积电阻率的曲线图。在给定聚(亚苯基醚)含量和滑石含量下,含有聚酰胺-6的组合物比含有聚酰胺-6,6的组合物具有更低的体积电阻率(更高的导电性)。

[0008] 图3是作为聚(亚苯基醚)含量、聚酰胺类型、和滑石含量函数的熔体体积流动速率的曲线图。在给定聚(亚苯基醚)含量和滑石含量下,含有聚酰胺-6的组合物比含有聚酰胺-6,6的组合物具有更高的熔体流动性。

具体实施方式

[0009] 本发明人已经确定了一种塑性组合物,其提供增大的导电性、硬度、和熔体流动性,同时基本上保持Koevoets组合物举例说明的耐热性和热膨胀系数。本发明组合物用于模制包括外侧门槛板和外门板的机动车部件。

[0010] 一种实施方式是包括熔融共混包含以下各项的组分的产物的组合物:40至50重量百分数的聚酰胺-6;19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚);15至20重量百分数的滑石;7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合;其中,氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量;1.1至1.7重量百分数的碳纳米管;以及0.2至1重量百分数的用于聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)的增容剂;其中,所有的重量百分数值是基于熔融共混组分的总重量。

[0011] 该组合物可以表现出根据ISO 75-2004确定的180至190℃的热挠曲温度,在23℃下根据ISO 178-2010确定的3200至4300兆帕的弯曲模量,如在以下工作实施例中描述的 1×10^3 至 5×10^5 欧姆-厘米的比体积电阻率,以及50至70微米/米-℃的热膨胀系数。在一些实施方式中,该组合物进一步表现出在23℃下根据ISO 1802006确定的4至10千焦耳/米²,具体地5至8千焦耳/米²的缺口悬臂梁冲击强度,以及根据ISO 1133-2011流程B使用280℃的测试温度以及5千克的施加负荷测定的12至25厘米³/10分钟,具体地15至22厘米³/分钟的熔体体积流动速率。

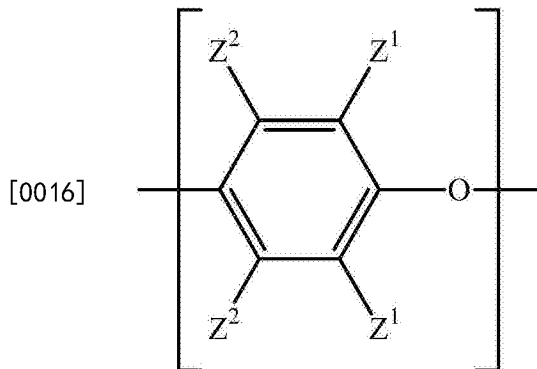
[0012] 该熔融共混组分包含聚酰胺-6。聚酰胺-6,也称为尼龙-6、聚己内酰胺、以及CAS登记号25038-54-4,是广泛的商业可获得的聚合物。聚酰胺-6含有如通过用盐酸滴定确定的50至80微当量每克的胺末端基团含量。这样的胺末端基团含量促进与聚(亚苯基醚)的增容作用。聚酰胺-6还具有在90%甲酸中测量的30至50的相对粘度。这种相对低粘度值提高组合物的熔体流动性。

[0013] 基于熔融共混组分的总重量(其是相当于组合物的总重量),熔融共混组分包含40至50重量百分数的量的聚酰胺。在此范围内,聚酰胺-6的量可以是42至47重量百分数。

[0014] 该组合物可以可选地包含最高达8重量百分数的聚酰胺-6,6(即,0至8重量百分数的聚酰胺-6,6)。聚酰胺-6,6,也称为尼龙6,6,聚(环六亚甲基己二酰二胺),以及CAS登记号32131-17-1,结构上与聚酰胺-6是相似的,但是如在以下工作实施例中示出的,它未能提供本发明组合物的希望的性能平衡(基于聚酰胺-6)。在一些实施方式中,聚酰胺-6,6的量是3至8重量百分数。在其他实施方式中,聚酰胺-6,6的量是0至1重量百分数。在一些实施方式中,组合物不包含聚酰胺-6,6。在一些实施方式中,组合物包含0至8重量百分数,具体地0至

6重量百分数,更具体地0至4重量百分数,更具体地0至1重量百分数的量的除了聚酰胺-6的所有聚酰胺的总量。在一些实施方式中,组合物不包含除了聚酰胺-6的所有的聚酰胺。

[0015] 除了聚酰胺-6之外,熔融共混组分包含聚(亚苯基醚)。合适的聚(亚苯基醚)包括包含具有下式的重复结构单元的那些



[0017] 其中,每次出现的 Z^1 独立地是卤素、 C_1 - C_{12} 硫烷基、 C_1 - C_{12} 烃氧基、 C_2 - C_{12} 卤代烃氧基(其中至少两个碳原子分隔卤素和氧原子)、或未取代的或取代的 C_1 - C_{12} 烃基(条件是烃基基团不是叔烃基);并且每次出现的 Z^2 独立地是氢、卤素、 C_1 - C_{12} 硫烷基、 C_1 - C_{12} 烃氧基、 C_2 - C_{12} 卤代烃氧基(其中至少两个碳原子分隔卤素和氧原子)、或未取代的或取代的 C_1 - C_{12} 烃基(条件是烃基基团不是叔烃基)。如在本文中使用的,术语“烃基”,无论单独使用,或作为另一种术语的前缀、后缀、或片段使用,是指仅包含碳和氢的残基。该残基可以是脂肪族或芳香族、直链、环状、双环、支链、饱和、或不饱和的。它还可以包含脂肪族、芳香族、直链、环状、双环、支链、饱和和不饱和的烃部分的组合。然而,当烃基残基被描述为取代的时,可选地,它可以包含取代基残基的碳和氢成员之上和以上的杂原子。因此,当具体地描述为取代的时,烃基残基还可以包含一种或多种羰基基团、氨基基团、羟基基团等,或在烃基残基的骨架内,它可以包含杂原子。作为一个实例, Z^1 可以是通过末端的3,5-二甲基-1,4-苯基基团与氧化聚合催化剂的二-正-丁胺组分反应形成的二-正-丁基氨基甲基基团。

[0018] 在一些实施方式中,聚(亚苯基醚)具有在氯仿中在 25°C 下通过乌氏粘度计(Ubbelohde viscometer)测量的0.33至0.46分升每克(分升每克)的固有粘度。

[0019] 在一些实施方式中,聚(亚苯基醚)基本上不含结合的联苯醌残基。在上下文中,“基本上没有”是指小于1重量百分数的聚(亚苯基醚)分子包含联苯醌残基。如在Hay的美国专利号3,306,874中描述的,通过一元酚的氧化聚合合成聚(亚苯基醚)不仅产生所期望的聚(亚苯基醚)还有作为副产品的联苯醌。例如,当一元酚是2,6-二甲基苯酚时,生成3,3',5,5'-四甲基联苯醌。通常,通过加热聚合反应混合物将联苯醌“再平衡”至聚(亚苯基醚)中(即,将联苯醌结合至聚(亚苯基醚)结构中)从而产生包含末端或内部联苯醌残基的聚(亚苯基醚)。例如,当通过将2,6-二甲基苯酚氧化聚合来制备聚(亚苯基醚)从而产生聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)和3,3',5,5'-四甲基联苯醌时,再平衡(re-equilibration)反应混合物可以产生具有结合的联苯醌的末端和内部残基的聚(亚苯基醚)。然而,这种再平衡降低聚(亚苯基醚)的分子量。因此,当要求较高分子量聚(亚苯基醚)时,从聚(亚苯基醚)中分离联苯醌而不是将联苯醌再平衡至聚(亚苯基醚)链中可能是所期望的。可以通过,例如在溶剂或者溶剂混合物中沉淀聚(亚苯基醚)来实现这种分离,在溶剂或溶剂混合物中,聚(亚苯基醚)是不可溶的以及二苯醌是可溶的。例如,当通过在甲苯中氧化聚合2,6-二甲基苯酚

来制备聚(亚苯基醚)以产生包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)和3,3',5,5'-四甲基联苯醌的甲苯溶液时,基本上不含联苯醌的聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)可以通过将1体积的甲苯溶液与1至4体积的甲醇或甲醇/水混合物混合来获得。可替代地,可以将氧化聚合期间产生的联苯醌副产品的量最小化(例如,通过在小于10重量百分数的一元酚的存在下开始氧化聚合并且在至少50分钟的过程内添加至少95重量百分数的一元酚),和/或可以最小化联苯醌再平衡至聚(亚苯基醚)链中(例如,通过在终止氧化聚合之后不多于200分钟分离聚(亚苯基醚)。在Deisman等人的美国专利号8,025,158中描述了这些方法。在利用在甲苯中联苯醌的温度-依赖性溶解性的可替代的方法中,可以将包含联苯醌和聚(亚苯基醚)甲苯溶液调节至25℃的温度,这时联苯醌是极少溶解的,但是聚(亚苯基醚)是可溶的,并且通过固-液分离可以将不溶解的联苯醌除去(例如,过滤)。

[0020] 该聚(亚苯基醚)包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)。在一些实施方式中,聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)具有在25℃下在氯仿中测量的0.33至0.46分升每克的固有粘度。

[0021] 聚(亚苯基醚)可以包含具有含氨基烷基末端基团的分子,通常位于羟基基团的邻位。还经常存在的是四甲基联苯醌(TMDQ)末端基团,其通常从包含2,6-二甲基苯酚的反应混合物(其中存在四甲基联苯醌副产品)中获得。

[0022] 基于熔融-共混组分的总重量,熔融共混组分包含19至27重量百分数的量的聚(亚苯基醚)。在这个范围内,聚(亚苯基醚)的量可以是20至26重量百分数,具体地21至25重量百分数。

[0023] 除了聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)之外,熔融共混组分包含滑石。滑石是水化的硅酸镁。在一些实施方式中,滑石具有2至5微米的中值粒径。在一些实施方式中,滑石不是用粘合促进剂进行表面处理的。

[0024] 基于熔融共混组分的总重量,熔融共混组分包含15至20重量百分数的量的滑石。在此范围内,滑石量可以是15至18重量百分数。如在以下工作实施例中说明的,对于组合物的制备,能够在聚酰胺-6中母料的形式提供滑石。

[0025] 除了聚酰胺-6、聚(亚苯基醚)、和滑石之外,熔融共混组分包括包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合,其中,氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量。

[0026] 示例性的商业可获得的氢化嵌段共聚物包括可以从Kraton Performance Polymers Inc.获得的聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物,如KRATON™ G1701(具有约37重量百分数聚苯乙烯)和G1702(具有约28重量百分数聚苯乙烯);以及可以从Kraton Performance Polymers Inc.获得的聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物,如KRATON™ G1650(具有约30重量百分数聚苯乙烯)和G1651(具有约33重量百分数聚苯乙烯)。

[0027] 基于熔融共混组分的总重量,熔融共混组分包含7至12重量百分数的量的氢化嵌段共聚物。在此范围内,氢化嵌段共聚物的量可以是7至11重量百分数,具体地7至10重量百分数。

[0028] 除了聚酰胺-6、聚(亚苯基醚)、滑石、和氢化嵌段共聚物之外,熔融共混组分包含碳纳米管。碳纳米管可以是单壁碳纳米管(single wall carbon nanotube)(SWNT)、多壁碳纳米管(multiwall carbon nanotube)(MWNT)、或它们的组合。碳纳米管可以通过石墨的激

光蒸发、化学气相沉积、碳弧 (carbon arc) 合成、或高压一氧化碳转变过程 (HIPCO) 方法来生产。

[0029] 在一些实施方式中,碳纳米管包含含有多个壁的MWNT,该多个壁包含具有2至20纳米外径的石墨烯薄板。MWNT具有至少两个结合在内部中空芯部的至少一部分周围的石墨烯层。在一些实施方式中,MWNT仅具有两个石墨烯层,而在其他实施方式中,MWNT仅具有三个石墨烯层。仅具有两个石墨烯层的MWNT称为双壁碳纳米管,而仅具有三个石墨烯层的MWNT称为三壁碳纳米管。半球形的盖 (cap) 通常关闭MWNT的两个末端,但是使用仅具有一个半球形盖的MWNT或缺少两个半球形盖的MWNT可能是希望的。

[0030] 在一些实施方式中,碳纳米管包含具有0.7至2.4纳米的外径的单个石墨烯薄板的SWNT。对于SWNT,通常希望具有至少2000瓦特每米-开尔文(W/m-K)的固有导热率以及 10^4 西门子/厘米(S/cm)的导电性。对于SWNT,还通常希望具有至少80吉帕斯卡(gigapascal)(Gpa)的拉伸强度以及至少0.5太帕斯卡(terapascal)(Tpa)的硬度。

[0031] 在一些实施方式中,SWNT包含金属纳米管和半导体纳米管的混合物。金属纳米管是显示与金属相似的电特性的那些,而半导体纳米管是电学上半导电的那些。一般而言,将石墨烯薄板卷起的方式产生多种螺旋结构的纳米管。锯齿型(zigzag)和扶手椅型(armchair)纳米管组成两种可能的构像(confirmation)。为了最小化在组合物中使用的SWNT的量,通常期望的是使金属纳米管占在组合物中使用的SWNT的总量的大部分。对于在组合物中使用的SWNT通常期望的是包含大于或等于1重量百分数的SWNT总重量的量的金属纳米管。在一些实施方式中,所期望的是具有大于或等于20重量百分数的量的金属纳米管,而在另一个实施方式中,所期望的是具有大于或等于30重量百分数的SWNT总重量的量的金属纳米管。在又一其他实施方式中,所期望的是具有大于或等于50重量百分数的SWNT总重量的量的金属纳米管。

[0032] 通常使用具有大于或等于5的长径比的碳纳米管。在一些实施方式中,该长径比是大于或等于100,而在其他实施方式中,该长径比是大于或等于1,000。碳纳米管通常包含中心部分,其是中空的,但是可以填充有非晶碳。

[0033] 基于熔融共混组分的总重量,熔融共混组分包含1.1至1.7重量百分数的量的碳纳米管。在此范围内,该碳纳米管量可以是1.1至1.5重量百分数,具体地1.2至1.4重量百分数。

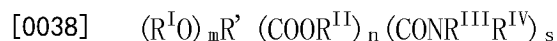
[0034] 除了聚酰胺-6、聚(亚苯基醚)、滑石、氢化嵌段共聚物、和碳纳米管之外,熔融共混组分包含用于聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)的增容剂。如在本文中使用的,术语“增容剂”是指与聚(亚苯基醚)、聚酰胺-6、或两者相互作用的多官能化合物。这种相互作用可以是化学的(例如,接枝)和/或物理的(例如,影响分散相的表面特性)。在任一种情况中,得到的聚酰胺-6/聚(亚苯基醚)共混物表现出改善的相容性,具体地由增强的冲击强度、模具熔合线强度(mold knit line strength)、和/或拉伸伸长率证明。如本文中使用的,表述“增容共混物”是指与增容剂已经物理地和/或化学地增容的组合物,以及在在没有使用增容剂的情况下增容的聚(亚苯基醚)和聚酰胺-6的共混物,例如,当通过相容性增强聚(亚苯基醚)上的二丁基氨基甲基取代基得到增容作用时通常就是这样。

[0035] 可以采用的增容剂的实例包括液体双烯聚合物、环氧树脂化合物、氧化的聚烯烃蜡、醌(quinone)、有机硅烷化合物、多官能化合物、官能化的聚(亚苯基醚)、和它们的组合。

在Gallucci的美国专利号5,132,365、以及Koevoets等人的6,593,411和7,226,963中进一步描述了增容剂。

[0036] 在一些实施方式中,相容剂包括多官能化合物。可以作为增容剂的多官能的化合物通常为三种类型。第一类型的多官能化合物在分子中具有(a)碳-碳双键或碳-碳三键以及(b)至少一种羧酸、酸酐、酰胺、酯、酰亚胺、氨基、环氧、原酸酯(orthoester)、或羟基基团。这种多官能化合物的实例包含马来酸;马来酸酐;富马酸;丙烯酸缩水甘油酯;衣康酸;乌头酸;马来酰亚胺;马来酰肼;由二胺和马来酸酐、马来酸、富马酸等得到的反应产物;二氯马来酸酐;马来酸酰胺;不饱和的二羧酸(例如,丙烯酸、丁烯酸、甲基丙烯酸、乙基丙烯酸、戊烯酸、癸烯酸、十一碳烯酸、十二碳烯酸、亚油酸、等等);上述不饱和羧酸的酯、酸酰胺或酸酐;不饱和醇(例如,烷醇、巴豆醇、甲基乙烯基甲醇、4-戊烯-1-醇、1,4-己二烯-3-醇、3-丁烯-1,4-二醇、2,5-二甲基-3-己烯-2,5-二醇、以及式 $C_nH_{2n-5}OH$ 、 $C_nH_{2n-7}OH$ 和 $C_nH_{2n-9}OH$ 的醇(其中,n是从10至30的正整数);通过用 $-NH_2$ 基团置换以上不饱和醇的 $-OH$ 基团得到的不饱和的胺;官能化的二烯聚合物和共聚物;以及包含上述一种或多种的组合。在一些实施方式中,增容剂包含马来酸酐和/或富马酸。

[0037] 第二类型的多官能增容剂具有(a)通过式(OR)表示的基团(其中,R是氢或烷基、芳基、酰基或羰基二氧基团)以及(b)至少两种基团(其每一种可以是相同的或不同的,选自羧酸、酰卤、酸酐、酰卤酸酐、酯、原酸酯、酰胺、亚氨基、氨基、和它们的多种盐)。典型的这组增容剂是由下式表示的脂肪族多羧酸、酯和酰胺:



[0039] 其中, R' 是具有2至20,或者更具体地,2至10个碳原子的直链或支链、饱和的脂肪族烃; R^I 是氢或具有1至10,或更具体地,1至6,或更加具体地,1至4个碳原子的烷基、芳基、酰基、或羰基二氧基团;每个 R^{II} 独立地是氢或具有1至20,或者更具体地,1至10个碳原子的烷基或芳基基团;每个 R^{III} 和 R^{IV} 独立地是氢或具有1至10,或更具体地,1至6,或甚至更具体地,1至4个碳原子的烷基或芳基; m 等于1以及 $(n+s)$ 大于或等于2,或者更具体地,等于2或3,并且 n 和 s 各自大于或等于零,并且其中(OR^I) 在羰基基团的 α 或 β 位,并且至少两个羰基基团被2至6个碳原子分开。明显的,当相应的取代基具有小于6个碳原子时, R^I 、 R^{II} 、 R^{III} 、和 R^{IV} 不能是芳基。

[0040] 合适的多羧酸包括,例如,柠檬酸、苹果酸、和松萆酸,包括它们的多种商业形式,诸如无水和水化的酸;以及包含上述的一种或多种的组合。在一些实施方式中,增容剂包含柠檬酸。在本文中有用的酯的说明包含,例如,柠檬酸乙酰基酯、柠檬酸单硬脂基和/或二硬脂基酯等。在本文中有用的适合的酰胺包含,例如,N,N'-二乙基柠檬酸酰胺;N-苯基柠檬酸酰胺;N-十二烷基柠檬酸酰胺;N,N'-二十二烷基柠檬酸酰胺;和N-十二烷基苹果酸。衍生物包括它们的盐,包括与胺的盐和碱金属盐和碱土金属盐。适合的盐的实例包括苹果酸钙、柠檬酸钙、苹果酸钾和柠檬酸钾。

[0041] 第三类型的多官能增容剂在分子中具有(a)酰卤基团和(b)至少一种羧酸、酸酐、酯、环氧、原酸酯、或酰胺基,优选地羧酸或酸酐基团。在这个组中增容剂的实例包含偏苯三酸酐酰氯、氯甲酰琥珀酸酐、氯甲酰琥珀酸、氯甲酰基戊二酸酐、氯甲酰基戊二酸、氯乙酰基琥珀酸酐、氯乙酰基琥珀酸、偏苯三酸酰氯和氯乙酰基戊二酸。在一些实施方式中,增容剂包括偏苯三酸酐酰氯。

[0042] 上述增容剂可以直接添加至熔融共混物或者与聚(亚苯基醚)和聚酰胺中的任一种或两者预反应,以及与在增容的聚酰胺-聚(亚苯基醚)共混物的制备中采用的任何其他树脂类材料预反应。当在熔体中或者在合适溶剂的溶液中至少一部分增容剂与所有或部分聚(亚苯基醚)预反应时,发现在使用许多前述增容剂,特别是多官能的化合物的情况下,增容性甚至更大的改善。应当相信,这些预反应可以导致增容剂与聚(亚苯基醚)反应并且随后将其官能化。例如,聚(亚苯基醚)可以与马来酸酐预反应以形成酸酐官能化的聚(亚苯基醚),与非官能化的聚(亚苯基醚)相比其具有与聚酰胺改善的增容性。

[0043] 在一些实施方式中,该增容剂包含马来酸、马来酸酐、柠檬酸、富马酸、或它们的组合。

[0044] 基于熔融共混组分的总重量,熔融共混组分包含0.2至1重量百分数的量的增容剂。在此范围内,增容剂量可以是0.2至0.8重量百分数,具体,0.3至0.8重量百分数。

[0045] 熔融共混组分可以,可选地进一步包含矿物油。当存在时,基于熔融共混组分的总重量,矿物油的量是0.5至1.5重量百分数,具体地0.7至1.3重量百分数。

[0046] 熔融共混组分可以可选地进一步包含一种或多种在热塑性塑料领域已知的添加剂。例如,该组合物可以,可选地进一步包含选自稳定剂、脱模剂、滑润剂、加工助剂、防滴剂(drip retardants)、成核剂、UV阻隔剂、染料、颜料、抗氧化剂、抗静电剂、发泡剂、金属钝化剂、防粘剂(antiblocking agent)、和它们的组合的添加剂。当存在时,基于熔融共混组分的总重量,通常以小于或等于5重量百分数,具体地小于或等于2重量百分数,更具体地小于或等于1重量百分数的总量使用这样的添加剂。

[0047] 所述组合物可以可选地,按需求或可选地不包括本文中未描述的组分。例如,组合物可以不包括一种或多种聚酯;聚烯烃;均聚苯乙烯;橡胶改性的聚苯乙烯;烯基芳族化合物(诸如苯乙烯)和共轭双烯(诸如丁二烯和异戊二烯)的未氢化的嵌段共聚物;具有聚苯乙烯含量小于28重量百分数或大于37重量百分数的氢化的嵌段共聚物;包含选自羧酸、酸酐、环氧、噁唑啉、和原酸酯的一个或多个部分,以及包含低于5重量百分数的烯基芳香族重复单元的抗冲击改性剂;除了碳纳米管的导电试剂;以及除了滑石的填料(诸如玻璃纤维)。

[0048] 组合物是通过熔融共混指定的组分而形成的。熔融共混或熔融捏合可以使用常规设备诸如螺条掺混机(ribbon blender)、HENSCHEL™混合器、BANBURY™混合器、鼓形滚筒(drum tumbler)、单螺杆挤出机、双螺杆挤出机、多螺杆挤出机、共捏合机等进行。例如,本发明组合物可以通过在250到320℃,具体地260至310℃的温度下在双螺杆挤出机中熔融共混组分来制备。

[0049] 一个实施方式是包含组合物的制品。形成这种制品的合适的方法包括单层和多层片材挤出、注射模制、吹塑、薄膜挤出、型材挤出、拉挤成型(pultrusion)、压缩塑模、热成形、压缩成型(pressure forming)、液压成形、和真空成型。可以使用上述制品制造方法的组合。在一些实施方式中,形成制品包括注射模制。

[0050] 该组合物特别地适用于形成机动车部件,包括机动车的外侧门槛板(外侧底梁板, exterior side sill panel),和机动车外门板(exterior door panel)。

[0051] 在组合物上下文中以上描述的所有变化也适用于包含组合物的制品。

[0052] 本文公开的所有范围都包括端点,并且端点可互相独立地结合。本文公开的每个范围构成位于公开范围内的任何点或子范围的公开。

[0053] 本发明至少包括以下的实施方式。

[0054] 实施方式1:一种包括熔融共混包含以下各项的组分的产物的组合物:40至50重量百分数的聚酰胺-6;19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚);15至20重量百分数的滑石;7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合;其中,所述氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量;1.1至1.7重量百分数的碳纳米管;以及0.2至1重量百分数的用于所述聚酰胺-6和所述聚(亚苯基醚)的增容剂;其中,所有重量百分比值是基于所述熔融共混组分的总重量。

[0055] 实施方式2:实施方式1的组合物,其中,聚酰胺-6具有50至80微当量/克的胺末端基团含量以及在90%甲酸中测量的30至50的相对粘度。

[0056] 实施方式3:实施方式1或2的组合物,其中,熔融共混组分包含0至8重量百分数的聚酰胺-6,6。

[0057] 实施方式4:实施方式3的组合物,其中,熔融共混组分包含3至8重量百分数的聚酰胺-6,6。

[0058] 实施方式5:实施方式3的组合物,其中,熔融共混组分包含0至1重量百分数的聚酰胺-6,6。

[0059] 实施方式6:实施方式1-5中任一项的组合物,其中,聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)具有在25℃下在氯仿中测量的0.33至0.46分升每克的固有粘度。

[0060] 实施方式7:实施方式1-6中任一项的组合物,其中,滑石具有2至5微米的中值粒径(median particle size)。

[0061] 方式8:实施方式1-7中任一项的组合物,其中,氢化嵌段共聚物包含聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物。

[0062] 实施方式9:实施方式1-8中任一项的组合物,其中,碳纳米管包含具有2至20纳米的直径的多壁碳纳米管(multiwall carbon nanotube)。

[0063] 实施方式10:实施方式1-9中任一项的组合物,其中,熔融共混组分进一步包含0.5至1.5重量百分数的矿物油。

[0064] 实施方式11:实施方式1的组合物,其中,熔融共混组分包含42至47重量百分数的聚酰胺-6,20至26重量百分数的聚(亚苯基醚),15至18重量百分数的滑石,7至11重量百分数的氢化嵌段共聚物,1.1至1.5重量百分数的碳纳米管,以及0.2至0.8重量百分数的增容剂;其中,氢化嵌段共聚物包含聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物;以及其中,增容剂包含马来酸、马来酸酐、柠檬酸、富马酸、或它们的组合。

[0065] 实施方式12:一种包括包含熔融共混包括以下各项的组分的产物的组合物的制品:40至50重量百分数的聚酰胺-6;19至27重量百分数的包含聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚)的聚(亚苯基醚);15至20重量百分数的滑石;7至12重量百分数的包含以下各项的氢化嵌段共聚物:聚苯乙烯-聚(乙烯-丙烯)二嵌段共聚物、聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物、或它们的组合;其中,氢化嵌段共聚物具有28至37重量百分数的聚苯乙烯含量;1.1至1.7重量百分数的碳纳米管;以及0.2至1重量百分数的用于聚酰胺-6和聚(亚苯基醚)的增容剂;其中,所有重量百分数值是基于熔融共混组分的总重量。

[0066] 实施方式13:实施方式12的制品,其中,熔融共混组分包含0至8重量百分数的聚酰

胺-6,6。

[0067] 实施方式14:实施方式13的制品,其中,熔融共混组分包含3至8重量百分数的聚酰胺-6,6。

[0068] 实施方式15:实施方式13的制品,其中,熔融共混组分包含0至1重量百分数的聚酰胺-6,6。

[0069] 实施方式16:实施方式12-16中任一项的制品,其中,氢化嵌段共聚物包含聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物。

[0070] 实施方式17:实施方式12的制品,其中,熔融共混组分包含42至47重量百分数的聚酰胺-6,20至26重量百分数的聚(亚苯基醚),15至18重量百分数的滑石,7至11重量百分数的氢化嵌段共聚物,1.1至1.5重量百分数的碳纳米管,以及0.2至0.8重量百分数的增容剂;其中,氢化嵌段共聚物包含聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物;以及其中,增容剂包含马来酸、马来酸酐、柠檬酸、富马酸、或它们的组合。

[0071] 实施方式18:实施方式12-17中任一项的制品,其中,制品是机动车外部侧门槛板(exterior side sill panel)。

[0072] 实施方式19:实施方式12-17中任一项的制品,其中,制品是机动车外门板(exterior door panel)。

[0073] 通过以下非限制的实施例进一步说明本发明。

[0074] 实施例1-7、比较实施例1-3

[0075] 这些实施例示出了基于聚酰胺-6在导电组合物中滑石的性能效果。用于制备组合物的组分总结在表1中。

[0076] 表1

[0077]

组分	描述
PPE	聚(2,6-二甲基-1,4-亚苯基醚), CAS 登记号 24938-67-8, 具有在氯仿中

[0078]

	在 25°C 下测量的约 0.40 分升/克的固有粘度;作为 PPO™ 640 从 SABIC Innovative Plastics 得到。
CA	柠檬酸, CAS 登记号 77-92-9; 从 International Chemicals 得到。
矿物油	矿物油, 作为 KAYDOL™ White Mineral Oil 从 Sonneborn 得到。
SEBS	聚苯乙烯-聚(乙烯-丁烯)-聚苯乙烯三嵌段共聚物, CAS 登记号 66070-58-4, 具有约 33 重量百分数的聚苯乙烯含量; 作为 KRATON™ G1651 从 Kraton Performance Polymers Inc. 得到。
HF-PA66	高流动聚酰胺-6,6, CAS 登记号 32131-17-2, 具有 49-53 微当量每克的胺末端基团含量, 在 90%甲酸中测量的 34.4-47.7 相对粘度, 以及约 265°C 的熔点; 作为 VYDYNE™ 21ZLV 从 Ascend Ltd. 得到。
CNT-PA66	20 重量百分数的多壁碳纳米管以及 80 重量百分数聚酰胺-6,6 的母料; 作为 MB 4620-00 从 Hyperion 得到。
HF-PA6	高流动聚酰胺-6, CAS 登记号 25038-54-4, 具有 58-66 微当量/克的胺末端基团含量以及在 90%甲酸中测量的 34-42 的相对粘度; 作为 RD963 从 Custom Resins 得到。
滑石-PA6	45 重量百分数滑石以及 55 重量百分数 HF-PA6 的母料; 作为 26300-A1-000 从 Americhem 得到; 该滑石是未处理的并且具有 3.2 微米的中值粒径。

[0079] 本发明的组合物的所有实施例(实施例1-7)以及比较组合物的实施例(比较实施例1-7)因为它们各自的重量百分数总结在表2中(各自包含PPE、滑石-PA6、CNT-PA66、HF-PA6和HF-PA66)。除了在表2中列出的组分之外,所有的组合物还包括0.5重量百分数CA、1.0重量百分数矿物油以及8.0重量百分数SEBS。所有物质是通过具有三捏合部分(section)的Werner-Pfleiderer 28毫米双螺杆长挤出机混合的。PPE用作用于柠檬酸、SEBS、和矿物油的载体。将这些组分首先在Henschel™混合器中干混,随后进料至挤出机上游。将HF-PA6或HF-PA66、滑石-PA6、和CNT-PA66进料至挤出机下游。详细的混合条件如下。挤出机是在300转每分钟、通量为11.3公斤每小时(25磅每小时)、以及区域温度为在区域1-4中310°C(590)、在区域5中299°C(570)、在区域6-13中266°C(510)、和模头299°C(570)下运转。在具有302°C(575)的机筒温度和88°C(190)的模塑温度的Van Dorn 85T注射模制机上注射模塑用于物理性能测试的测试制品。

[0080] 性能总结于表2中。根据ISO 75-2004,使用尺寸80×10×4毫米的条棒(bar)、平放的测试方向(flatwise test direction)、64毫米的支撑跨距(support span)、0.45兆帕的负载、120°C每小时的加热速率、读数(at reading)0.34毫米的偏移(deflection)、以及每种组合物三个样品来确定以摄氏度(degree centigrade)表示的热挠曲温度值。根据ISO 180-2006,在23°C下使用具有10×4毫米的截面尺寸的条棒、半径A型缺口、45°的缺口角(notch angle)、在8毫米的缺口之下的材料深度、对于比较实施例1-3的5.5焦耳的摆锤能量(pendulum energy)以及对于实施例1-7的1.0焦耳的摆锤能量、以及每种组合物十个样品来确定以千焦耳/平方米为单位表示的缺口悬臂梁冲击强度值。在23°C下根据ASTM D 3763-10在23°C下使用3.3米/秒的测试速率、3.2毫米的样品厚度、76毫米的夹具(Clamp)孔直径、12.7毫米的投掷(dart)直径、以及每种组合物5个样品来确定以焦耳为单位表示的最大负荷Dynatup能量值。在23°C下根据ISO 527-1和-2,使用具有80×10×4毫米尺寸的条

棒、50毫米的标距长度 (gage length)、115毫米的夹紧分离 (grip separation)、对于模量1毫米每分钟以及对于断裂应力和断裂应变5毫米每分钟的测试速度、以及每种组合物五个样品来测定以兆帕为单位表示的拉伸模量值、以兆帕为单位表示的断裂拉伸应力值以及以百分数为单位表示的断裂拉伸应变值。在23℃下根据ISO 178-2010使用具有80×10×4毫米尺寸的条棒、64毫米的支撑跨距、2毫米每分钟的测试速度、负载机头 (loading nose) 和支撑半径5毫米、以及每种组合物五个样品来确定各自以兆帕为单位表示的弯曲模量和强度值。根据ASTM D792-08、方法A、以及每种组合物一个样品来确定无单位的比重值。

[0081] 如下在23℃下确定以欧姆-厘米为单位表示的比体积电阻率 (specific volume resistivity) (SVR) 值。根据ISO 3167-2002模制拉伸条棒。在条棒的狭窄中心部分的每个末端附近制造尖锐的浅切口。在每个切口处以脆性方式将条棒折断 (fracture) 以分离具有10毫米乘以4毫米的截面尺寸的断裂末端的狭窄中心部分。为了获得以脆性方式的断裂, 将拉伸条棒冷却, 例如, 在干冰中、在-40℃的冷却器 (freezer) 中、或在液氮中。测量断裂末端之间的条棒的长度。将样品的断裂末端涂覆导电银涂料 (paint), 并且使得该涂料干燥。使用万用表 (multi-meter), 将电极附着至每个涂覆表面, 在500毫伏至1000毫伏的外加电压 (applied voltage) 下测量该电阻。通过将测量的电阻乘以条棒一侧的断裂面积以及除以条棒的长度获得比体积电阻率的值。

[0082] $r=R \times A/L$

[0083] 其中, r是以欧姆-厘米计的比体积电阻率, R是以欧姆计的测量电阻, A是以平方厘米计的断裂面积, 以及L是以厘米计的样品长度。

[0084] 针对总计5个样品重复所述步骤, 并且将5个样品的结果平均以提供报告的比体积电阻率值。

[0085] 根据ISO 1133-2011程序B, 使用280℃的测试温度、5千克的施加负荷、2.0955毫米的毛细管直径、8毫米的毛细管长度、粒状的测试样品形式、在110℃下处理16小时、5分钟的预热 (停留) 时间、以及一次运行每种组合物五个读数, 来确定以立方厘米每十分钟为单位表示的熔体体积流动速率值。过热力学分析 (TMA) 使用10℃每分钟的加热速率从0至60℃、以及每种组合物一个样品来确定以微米/(米·℃) 为单位表示的热膨胀系数值。

[0086] 在表2中的结果说明了本发明的实施例1-7相对于比较实施例1-3表现出增加的弯曲模量、降低的电阻率 (增加的电导率)、以及增加的熔体流动性。在图1中进一步示出了这些效果, 示出了相对于聚酰胺-6,6与聚酰胺-6结合的弯曲模量优势, 图2示出了电阻率优点, 以及图3示出了熔体流动性优势。

[0087] 表2

[0088]

	比较实	比较实	比较实	实施例 1	实施例 2
--	-----	-----	-----	-------	-------

[0089]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3		
组合物					
PPE	26.5	23.5	19.5	26.5	25.0
滑石-PA6	0.0	0.0	0.0	36.0	36.0
HF-PA6	57.9	60.5	64.0	21.9	23.2
CNT-PA66	6.1	6.5	7.0	6.1	6.3
总 PA	62.8	65.7	69.6	46.6	48.0
总 PA6	57.9	60.5	64.0	41.7	43.0
总 PA66	4.9	5.2	5.6	4.9	5.0
滑石	0.00	0.00	0.00	16.20	16.20
CNT	1.22	1.30	1.40	1.22	1.26
CNT/PA 比	0.019	0.020	0.020	0.026	0.026
性能					
HDT (°C)	171	175	167	187	184
缺口悬臂梁 (kJ/m ²)	24.9	24.3	27.5	7.2	7.3
最大负载 Dynatup 能量 (J)	49.1	47.3	36.8	24.6	27.8
拉伸模量 (MPa)	2554	2605	2588	4235	4216
断裂拉伸应力 (MPa)	52	55	54	59	59
断裂拉伸应变 (%)	56	68	64	6	8
弯曲模量 (MPa)	2289	2272	2254	3845	3856
弯曲强度 (MPa)	96	75	96	106	106
比重	1.10	1.11	1.11	1.22	1.22
SVR (欧姆-cm)	OL*	OL*	OL*	2×10 ⁵	4×10 ⁴
MVR (cm ³ /10 min)	45.4	55.6	67.2	15.5	16.2
CTE (μm/m-°C)	--	86.4	--	56.9	--

[0090] *OL=超过万用表的极限,其表明电阻大于1×10¹⁰欧姆-厘米。

[0091] 表2(继续)

[0092]

	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7
组合物					
PPE	23.5	21.0	19.5	23.5	23.5
滑石-PA6	36.0	36.0	36.0	39.0	42.0
HF-PA6	24.5	26.7	28.0	21.7	18.9
CNT-PA66	6.5	6.8	7.0	6.3	6.1
总 PA	49.5	51.9	53.4	48.2	46.9
总 PA6	44.3	46.5	47.8	43.2	42.0
总 PA66	5.2	5.4	5.6	5.0	4.9
滑石	16.2	16.2	16.2	17.6	18.9
CNT	1.30	1.36	1.40	1.26	1.22
CNT/PA 比	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
性能					
HDT (°C)	186	184	185	183	188

[0093]

缺口悬臂梁 (kJ/m ²)	6.8	7.1	7.0	6.5	6.3
最大负载 Dynatup 能量 (J)	22.3	22.3	20.4	18.1	16.4
拉伸模量 (MPa)	4328	4352	4348	4451	4624
断裂拉伸应力 (MPa)	60	62	60	59	60
断裂拉伸应变 (%)	5	5	5	8	6
弯曲模量 (MPa)	3873	3920	3900	4034	4233
弯曲强度 (MPa)	107	108	107	108	109
比重	1.22	1.23	1.23	1.23	1.25
SVR (欧姆-cm)	3×10 ⁴	3×10 ⁴	5×10 ⁴	7×10 ⁴	9×10 ⁴
MVR (cm ³ /10 min)	17.1	18.4	22.0	15.0	12.7
CTE (μm/m-°C)	56.3	--	61.9	--	53.3

[0094] 比较实施例4-7

[0095] 这些实施例说明了在包含足够量的聚酰胺-6,6的导电组合物中滑石的性能效果。除了在表2中列出的组分之外,所有的组合物还包括0.5重量百分数CA、1.0重量百分数的矿物油以及8.0重量百分数SEBS。注意到,比较实施例4对应于所有的聚酰胺-6被聚酰胺-6,6替换的比较实施例2;比较实施例5对应于除了与滑石母料结合之外用聚酰胺-6,6替换所有的聚酰胺-6实施例3;比较实施例6和7类似地分别对应于实施例6和7,除了与滑石母料结合之外,用聚酰胺-6,6替换所有的聚酰胺-6。比较实施例4-7全部表现出比相应的比较实施例2以及分别地实施例3、6和7显著更高的电阻率(更低的电导率)。比较实施例4还表现出低弯曲模量值。

[0096] 表3

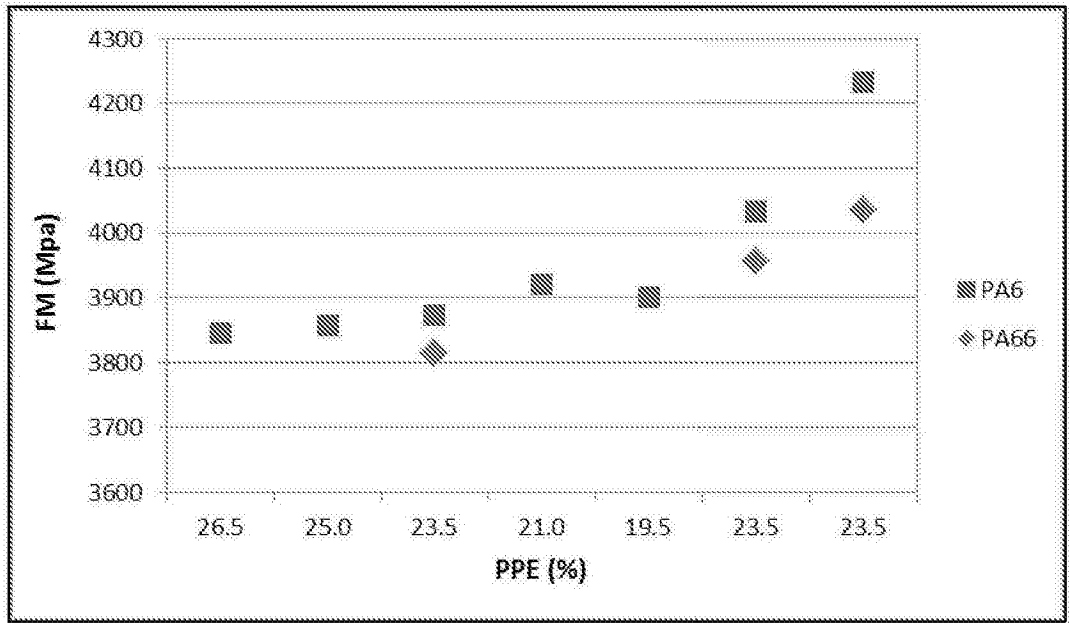
[0097]

	比较实施 例 4	比较实施 例 5	比较实施 例 6	比较实施 例 7
组合物				
PPE	23.5	23.5	23.5	23.5
滑石-PA6	0.0	36.0	39.0	42.0
HF-PA66	60.5	24.5	21.7	18.9
CNT-PA66	6.5	6.5	6.3	6.1
总 PA	65.7	49.5	48.2	46.9
总 PA6	0.0	19.8	21.5	23.1
总 PA66	65.7	29.7	26.7	23.8
滑石	0.0	16.2	17.6	18.9
CNT	1.3	1.3	1.3	1.2

[0098]

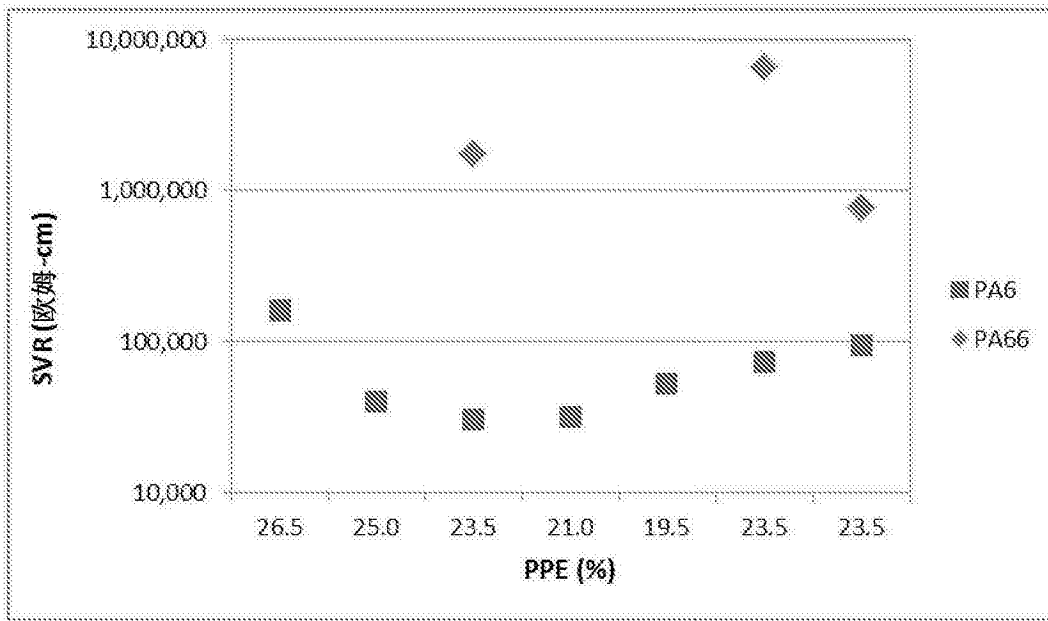
CNT/PA 比	0.020	0.026	0.026	0.026
性能				
HDT (°C)	188	185	191	186
缺口悬臂梁 (kJ/m ²)	22.9	6.9	6.5	6.0
最大负载 Dynatup 能量 (J)	35.4	15.7	16.2	16.2
拉伸模量 (MPa)	2626	4195	4374	4511
断裂拉伸应力 (MPa)	63	57	58	57
断裂拉伸应变 (%)	44	15	13	13
弯曲模量 (MPa)	2301	3814	3955	4035
弯曲强度 (MPa)	100	105	105	104
比重	1.10	1.22	1.23	1.24
SVR (欧姆-cm)	OL*	2×10 ⁶	6×10 ⁶	8×10 ⁵
MVR (cm ³ /10 min)	41.6	12.2	10.5	8.7
CTE (μm/m-°C)	93	60.0	--	60.0

[0099] *OL=超过万用表的极限,其表明电阻大于 1×10^{10} 欧姆-厘米。



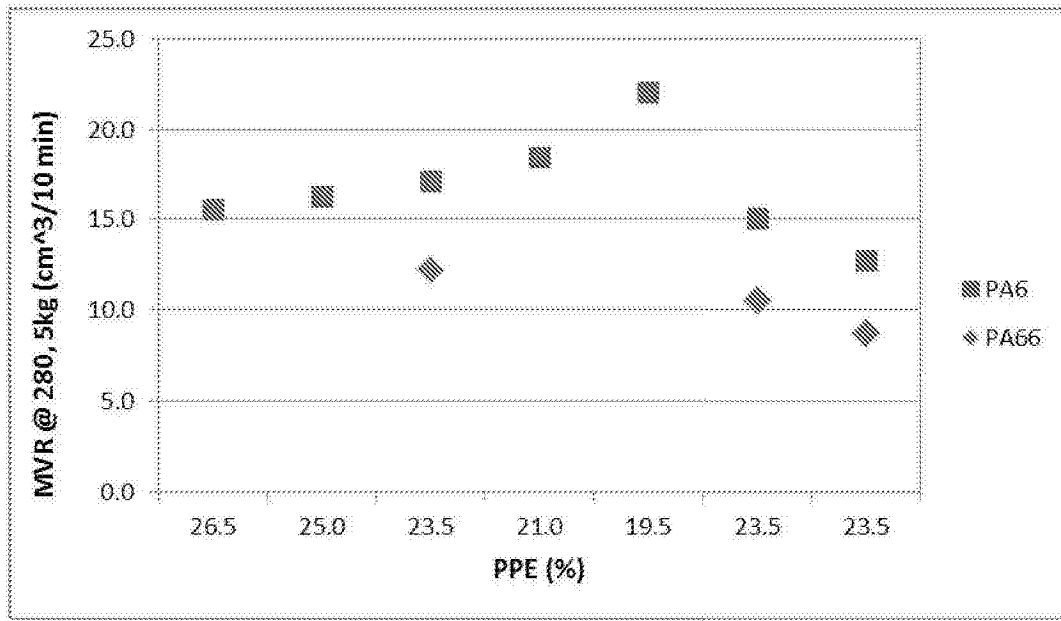
% PPE	26.5	25.0	23.5	21.0	19.5	23.5	23.5
% 滑石	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	17.6	18.9
FM - PA6	3845	3856	3873	3920	3900	4034	4233
FM - PA66	-	-	3814	-	-	3955	4035

图1



% PPE	26.5	25.0	23.5	21.0	19.5	23.5	23.5
% 滑石	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	17.6	18.9
SVR - PA6	2.E+05	4.E+04	3.E+04	3.E+04	5.E+04	7.E+04	9.E+04
SVR - PA66	-	-	2.E+06	-	-	6.E+06	8.E+05

图2



% PPE	26.5	25.0	23.5	21.0	19.5	23.5	23.5
% 滑石	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	17.6	18.9
MVR - PA6	15.5	16.2	17.1	18.4	22.0	15.0	12.7
MVR - PA66	-	-	12.2	-	-	10.5	8.7

图3