



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102666710 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080052688. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 09. 08

*C08L 23/08* (2006. 01)

(30) 优先权数据

*C08L 23/16* (2006. 01)

61/244, 618 2009. 09. 22 US

*C08L 75/04* (2006. 01)

*C08L 83/04* (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 05. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/048075 2010. 09. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02011/037747 EN 2011. 03. 31

(71) 申请人 联合碳化化学及塑料技术有限责任  
公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 M·埃塞吉尔 J·M·科根

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 封新琴

权利要求书 1 页 说明书 14 页

(54) 发明名称

挠性的模塑或挤出的制品和用于制备它们的  
半导体混配物

(57) 摘要

模塑或挤出的制品如电部件或屏蔽缆线包括至少一个绝缘层和至少一个半导体层,所述半导体层是厚的并且包含以重量百分比计的以下组分:A. 1至30wt%的导电填料;B. 10至90wt%的非烯烃弹性体;C. 10至90wt%的烯烃弹性体;和D. 任选的0.5至2.5wt%的过氧化物。填料通常包括炭黑和/或金属颗粒或粉末,非烯烃弹性体通常包括有机硅或聚氨酯橡胶,烯烃弹性体通常包括EPR或EPDM。

1. 模塑或挤出的制品,其包括至少一个绝缘层和至少一个半导体层,所述半导体层包含以重量百分比计的以下组分:
  - A. 1 至 30wt% 的导电填料;
  - B. 10 至 90wt% 的非烯烃弹性体;
  - C. 10 至 90wt% 的烯烃弹性体;和
  - D. 任选的 0.5 至 2.5wt% 的过氧化物。
2. 权利要求 1 的制品,其中所述制品是电部件或屏蔽缆线。
3. 权利要求 2 的制品,其中所述制品还包括第二半导体层,所述绝缘层位于第一和第二半导体层之间。
4. 权利要求 2 的制品,其中所述导电填料包括导电炭黑。
5. 权利要求 2 的制品,其中所述导电填料包括金属颗粒或粉末。
6. 权利要求 2 的制品,其中所述导电填料包括炭黑与金属颗粒或粉末的共混物。
7. 权利要求 2 的制品,其中所述非烯烃聚合物是有机硅树脂和聚氨酯橡胶中的至少一种。
8. 权利要求 7 的制品,其中所述烯烃弹性体是乙烯-丙烯橡胶和乙烯-丙烯-二烯单体橡胶中的至少一种。
9. 权利要求 8 的制品,其中所述烯烃弹性体是线型均匀支化的聚乙烯树脂。
10. 权利要求 2 的制品,其中所述非烯烃弹性体和烯烃弹性体以非烯烃弹性体:烯烃弹性体重量比为 10:90 至 90:10 存在。
11. 权利要求 2 的制品,其中所述半导体层还包含至少一种添加剂。
12. 权利要求 11 的制品,其中至少一种添加剂是增塑剂油。
13. 半导体组合物,其基于该组合物的重量包含以下组分:
  - A. 1 至 30wt% 的导电填料;
  - B. 10 至 90wt% 的非烯烃弹性体;
  - C. 10 至 90wt% 的烯烃弹性体;和
  - D. 任选的 0.5 至 2.5wt% 的过氧化物。
14. 权利要求 1 的制品,其中所述绝缘层包含硅烷-接枝的聚烯烃或与羟基-封端的有机硅交联的硅烷-烯烃共聚物。
15. 权利要求 3 的制品,其中所述绝缘层包含烯烃弹性体、烯烃嵌段共聚物、EPDM、EPR 或有机硅中的一种或多种。

## 挠性的模塑或挤出的制品和用于制备它们的半导体混配物

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2009 年 9 月 22 日提交的美国临时申请 61/244, 618 的优先权, 其全部内容通过参考并入本申请。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及挠性的模塑或挤出的塑料制品。在一种实施方式中, 本发明涉及半导体挠性的模塑或挤出的塑料制品, 而在另一方面, 本发明涉及制备这样的制品的方法。再在另一方面, 本发明涉及包括一个或多个组件的这种制品, 该组件包含不同弹性体化合物的共混物与导电炭黑的混合物。

### 背景技术

[0004] 在电力缆线连接件应用中, 需要的特性是连接件的挠性, 以便于安装方便。这对于所谓的预模塑的“滑套 (slip-on)”连接件是尤为重要的, 该连接件不是在工厂预拉伸的, 并且其中需要紧固安装以防止湿气进入缆线连接处 (这可能导致漏电)。

[0005] 这些连接件通常包括内半导体层、较厚绝缘层和覆盖部件全身的外半导体层。通过材料的体积电阻率测量所需水平的半导体层的电导率, 对于这种类型的应用该体积电阻率小于 (<) 1000 欧姆每厘米 (ohm-cm) 和优选地 <500ohm-cm。优选地, 体积电阻率在缆线操作条件下 (通常为 0 至 95° C) 是稳定的。

[0006] 对于由基于乙烯 / 丙烯 / 二烯单体 (EPDM) 的材料制成的典型部件, 达到所需体积电阻率所需要的导电炭黑的含量通常大于 (>) 30 重量百分比 (wt%)。这称为逾渗阈 (percolation threshold)。由于炭黑用作增强剂, 该含量的导电填料可以显著地降低材料的挠性到某点, 使得半导体层远比绝缘层硬。换言之, 由于外和内半导体层的硬度较高, 因而严重损害了完成的模塑部件的挠性。

[0007] 使用增塑油和蜡以改善挠性的配制制剂法是本领域已知的, 但是在范围和教导方面通常受限。因此, 需要技术来改善半导体层的挠性从而改善整个部件的挠性, 但同时仍保持所需的缆线在其预计操作条件的体积电阻率。一种方法是对于半导体混配物使用基于非聚烯烃的树脂, 例如, 有机硅橡胶。这样的技术已存在并且正在使用, 例如, 用于所谓冷收缩连接件。但是, 与基于聚烯烃的混配物相比, 这些材料的成本显著较高。而且, 有机硅橡胶的撕裂强度通常低于聚烯烃橡胶材料的撕裂强度。

### 发明内容

[0008] 在一种实施方式中, 本发明是模塑或挤出的制品, 其包括至少一个绝缘层和至少一个半导体层, 所述半导体层包含以重量百分比计的以下组分:

[0009] A. 1 至 30wt% 的导电填料;

[0010] B. 10 至 90wt% 的非烯烃弹性体;

[0011] C. 10 至 90wt% 的烯烃弹性体; 和

[0012] D. 任选的 0.5 至 2.5wt% 的过氧化物。

[0013] 在一种实施方式中,填料是导电炭黑和 / 或金属颗粒或粉末。在一种实施方式中,非烯烃弹性体是有机硅和 / 或聚氨酯橡胶。在一种实施方式中,烯烃弹性体是乙烯 - 丙烯橡胶和 / 或 EPDM 橡胶。

[0014] 在一种实施方式中,本发明是包括半导体层的注塑制品。在一种实施方式中,本发明是注塑的电连接件,其包括夹在内和外(或第一和第二)半导体层之间的绝缘层,通常其中绝缘层同时与内和外半导体层直接接触。电连接件的体积电阻率通常小于 1,000ohm-cm,优选为小于 500ohm-cm。

[0015] 在一种实施方式中,本发明是包括半导体层的挤出制品。在一种实施方式中,本发明是挠性的屏蔽缆线,其包括夹在内和外(或第一和第二)半导体层之间的绝缘层,通常其中绝缘层同时与内和外半导体层直接接触。电连接件的体积电阻率通常小于 1,000ohm-cm,优选为小于 500ohm-cm。

[0016] 在一种实施方式中,本发明是半导体组合物,其包含以重量百分比计的以下组分:

[0017] A. 1 至 30wt% 的导电填料;

[0018] B. 10 至 90wt% 的非烯烃弹性体;

[0019] C. 10 至 90wt% 的烯烃弹性体;和

[0020] D. 任选的 0.5 至 2.5wt% 的过氧化物。

### 具体实施方式

[0021] 除非相反地指出、上下文所暗示、或者作为现有技术的惯例,所有的份数和百分比均基于重量,而且所有的测试方法是与本申请的提交日期同步的。针对美国专利实践的目的,任何涉及的专利、专利申请或公开的内容在此全部引入作为参考(或其等价的 US 同族也引入作为参考),特别是关于本领域中的合成技术、定义(不与本申请具体提供的任何定义不一致)和常识的披露。

[0022] 本申请中的数字范围是近似值,因此除非另有所指,否则其可以包括该范围以外的值。数值范围包括以 1 个单位增加的从下限值到上限值的所有数值,条件是在任意较低值与任意较高值之间存在至少 2 个单位的间隔。例如,如果记载组分、物理或其它性质,如分子量、粘度、熔体指数等是 100 至 1,000,则意味着明确地列举了所有的单个数值,如 100、101、102 等,以及所有的子范围,如 100 至 144、155 至 170、197 至 200 等。对于包含小于 1 的数值或者包含大于 1 的分数(例如 1.1、1.5 等)的范围,适当时将 1 个单位看作 0.0001、0.001、0.01 或 0.1。对于包含小于 10(例如 1 至 5)的个位数的范围,通常将 1 个单位看作 0.1。这些仅仅是具体所意指的内容的示例,并且所列举的最低值与最高值之间的数值的所有可能组合都被认为清楚记载在本申请中。本申请内的数字范围尤其提供了组合物的组分含量以及组合物组分各种性质等。

[0023] “缆线”等术语表示在保护性绝缘体、护套或外皮内的至少一根电线或光学纤维。典型地,缆线是通常在共同保护性绝缘体、护套或外皮内的两根或更多根捆绑在一起的电线或光学纤维。护套内的单根电线或纤维可以是裸露的、包覆的或绝缘的。组合缆线可以同时包含电线和光学纤维。可以针对低电压应用、中电压应用和高电压应用设计缆线等。典

型的缆线设计在 USP5, 246, 783、6, 496, 629 和 6, 714, 707 中有说明。

[0024] “聚合物”表示通过使单体反应（即，聚合）制备的化合物，而不管所述单体是否为相同类型。一般性术语聚合物因此包括通常用来指仅由一种类型的单体制备的聚合物的“均聚物”，和如下文所定义的术语“互聚物”。

[0025] “互聚物”和“共聚物”表示通过至少两种不同类型的单体的聚合制备的聚合物。这些一般性术语既包括标准共聚物（即，由两种不同类型单体制备的聚合物），和由多于两种不同类型单体制备的聚合物（例如，三元共聚物、四元共聚物等）。

[0026] “烯烃”等术语表示具有一个或多个双键的不饱和的脂族或脂环族、取代或未取代的烃。“取代的烯烃”表示这样的烯烃，其中连接于烯烃的任何碳的一个或多个氢原子由另一种基团取代，所述另一种基团例如卤素、芳基、取代的芳基、环烷基、取代的环烷基、杂环烷基、取代的杂环烷基、卤素、卤代烷基、羟基、膦基、烷氧基、氨基、硫代、硝基、或两种或更多种这些取代基的组合。

[0027] “弹性体”等术语表示类橡胶聚合物，其可被拉伸至其原始长度的至少两倍，并且当放开施加拉伸的力时非常迅速地缩回约其原始长度。在室温，呈非交联状态的弹性体使用 ASTM D638-72. EP274888 的方法测量的弹性模量为约 10,000psi (68.95MPa) 或更少，而伸长率通常大于 200%。

[0028] “烯烃弹性体”等术语表示包含至少 50 摩尔百分比 (mol%) 的源自一种或多种烯烃的单元的弹性体聚合物。

[0029] “非烯烃弹性体”等术语表示包含至少 50mol% 源自除烯烃之外的单体的单元的弹性体聚合物。

[0030] “乙烯弹性体”等术语表示包含至少 50mol% 的源自乙烯的单元的弹性体聚合物。

[0031] “共混物”或“聚合物共混物”等术语表示两种或更多种聚合物的共混物。这样的共混物可以是或可以不是溶混的。这样的共混物可以是或可以不是相分离的。这样的共混物可以包含或不包含一种或多种微区构造，如由透射电子波谱法、光散射、x-射线散射、以及本领域已知的任何其它方法所确定的。

[0032] “组合物”等术语表示两种或更多种组分的混合物或共混物。例如，在关于制备本发明的半导体注塑部件的上下文中，组合物包括至少一种导电填料、至少一种非烯烃弹性体、至少一种烯烃弹性体、和至少一种自由基引发剂。

[0033] “交联的”、“固化的”和类似术语表示聚合物在成型为制品之前或之后，其经受或暴露于处理，该处理引起交联并且其二甲苯或十氢化萘 (decalene) 可萃取物含量为 40wt% 至 100wt% (即，大于或等于 40wt% 的凝胶含量)。

[0034] “可交联的”、“可固化的”等术语表示聚合物在成型为制品之前或之后未固化或交联且并未经受或暴露于引起实质交联的处理，但是该聚合物包括添加剂或官能度，当经受或暴露于这样的处理（例如，暴露于水）时该添加剂或官能度将会引起或促进实质交联。

[0035] 烯烃弹性体

[0036] 用于本发明实践的烯烃弹性体同时包括聚烯烃均聚物和聚烯烃互聚物。聚烯烃均聚物的实例是乙烯的均聚物和丙烯的均聚物。聚烯烃互聚物的实例是乙烯/ $\alpha$ -烯烃互聚物和丙烯/ $\alpha$ -烯烃互聚物。 $\alpha$ -烯烃优选为  $C_{3-20}$  直链的、支化的或环状的  $\alpha$ -烯烃（就丙烯/ $\alpha$ -烯烃互聚物而言，认为乙烯是  $\alpha$ -烯烃）。 $C_{3-20}$   $\alpha$ -烯烃的实例包括丙烯、1-丁烯、

4-甲基-1-戊烯、1-己烯、1-辛烯、1-癸烯、1-十二烯、1-十四烯、1-十六烯、和1-十八烯。 $\alpha$ -烯烃也可以包含如环己烷或环戊烷等环状结构,从而得到如3-环己基-1-丙烯(烯丙基环己烷)和乙烯基环己烷等 $\alpha$ -烯烃。尽管不是该术语标准意义的 $\alpha$ -烯烃,但是针对本发明目的,某些环状烯烃,如降冰片烯及其有关烯烃是 $\alpha$ -烯烃并且可以用来替代上述 $\alpha$ -烯烃中的一些或全部。类似地,苯乙烯及其有关烯烃(例如, $\alpha$ -甲基苯乙烯等)就本发明目的而言是 $\alpha$ -烯烃。说明性的聚烯烃共聚物包括乙烯/丙烯共聚物、乙烯/丁烯共聚物、乙烯/1-己烯共聚物、乙烯/1-辛烯共聚物、乙烯/苯乙烯共聚物等。说明性的三元共聚物包括乙烯/丙烯/1-辛烯共聚物、乙烯/丙烯/丁烯共聚物、乙烯/丁烯/1-辛烯共聚物、和乙烯/丁烯/苯乙烯共聚物。所述共聚物可以是无规的或嵌段的共聚物。

[0037] 烯烃弹性体也可以包含一个或多个官能团例如不饱和酯或酸,并且这些弹性体(聚烯烃)是熟知的并且可以通过常规高压技术制备。不饱和酯可以是丙烯酸烷基酯、甲基丙烯酸烷基酯、或羧酸乙烯基酯。烷基基团可以包含1至8个碳原子,和优选地包含1至4个碳原子。羧酸酯基团可以包含2至8个碳原子,和优选地包含2至5个碳原子。共聚物的归属于酯共聚单体的部分可以为1且至多50重量%,基于共聚物的重量。丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯的实例是丙烯酸乙酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸正丁酯、和丙烯酸2-乙基己酯。羧酸乙烯基酯的实例是乙酸乙烯基酯、丙酸乙烯基酯、和丁酸乙烯基酯。不饱和酸的实例包括丙烯酸或马来酸。

[0038] 官能团也可以通过接枝而包含在烯烃弹性体中,其中接枝可以按本领域通常已知的方式完成。在一种实施方式中,接枝可以通过自由基官能化的方法进行,该方法通常包括将烯烃聚合物、自由基引发剂(如过氧化物或类似物)、和包含官能团的化合物熔融共混。在熔融共混的过程中,自由基引发剂与烯烃聚合物反应(反应性熔融共混)形成聚合物基。包含官能团的化合物键接于聚合物基的主链,从而形成官能化的聚合物。示例性的包含官能团的化合物包括但不限于烷氧基硅烷(例如,乙烯基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷),和乙烯基羧酸和酐(例如,马来酸酐)。

[0039] 用于本发明的烯烃弹性体的更具体实例包括极低密度聚乙烯(VLDPE)(例如,FLEXOMER®乙烯/1-己烯聚乙烯,其由The Dow Chemical Company制造),均匀支化线型乙烯/ $\alpha$ -烯烃共聚物(例如,Mitsui Petrochemicals Company Limited的TAFMER®和Exxon Chemical Company的EXACT®),均匀支化基本线型乙烯/ $\alpha$ -烯烃聚合物(例如,AFFINITY®和ENGAGE®聚乙烯,其购自The Dow Chemical Company),和烯烃嵌段共聚物例如描述于USP 7,355,089的那些(例如,INFUSE®,其购自The Dow Chemical Company)。较优选的聚烯烃共聚物是均匀支化的线型和基本线型的乙烯共聚物。基本线型乙烯共聚物是特别优选的,其更详细地描述于USP5,272,236、5,278,272和5,986,028。

[0040] 用于本发明实践的烯烃弹性体也包括丙烯、丁烯和其它基于烯烃的共聚物,例如,包含多数源自丙烯的单元和少数源自另一种 $\alpha$ -烯烃(包括乙烯)的单元的共聚物。用于本发明实践的示例性丙烯聚合物包括购自The Dow Chemical Company的VERSIFY®聚合物,和购自ExxonMobil Chemical Company的VISTAMAXX®聚合物。

[0041] 以上烯烃类弹性体中的任何的共混物也可以用于本发明,烯烃弹性体可以共混或稀释有一种或多种其它聚合物达到下述程度,在优选的模式中,本发明的烯烃弹性体占共混物的热塑性聚合物组分的至少约50wt%、优选为至少约75wt%、更优选为至少约80wt%并

且保留它们的挠性。在较不优选的模式中和根据可能寻求的其它性质, 烯烃弹性体含量可以小于热塑性聚合物组分的 50%。

[0042] 用于本发明实践的烯烃弹性体, 特别是乙烯弹性体, 在接枝前的密度通常小于 0.91 克每立方厘米 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), 优选为小于  $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ 。乙烯共聚物的密度通常大于  $0.85\text{g}/\text{cm}^3$ , 优选为大于  $0.86\text{g}/\text{cm}^3$ 。密度通过 ASTM D-792 的规程测量。通常, 互聚物的  $\alpha$ -烯烃含量越高, 则该互聚物的密度越低且该互聚物越无定形。低密度聚烯烃共聚物的特征通常在于, 半结晶、挠性的、和具有良好的光学性质 (例如, 可见光和 UV-光的高透射率和低雾度)。

[0043] 用于本发明实践的乙烯弹性体在接枝前的熔体指数通常大于 0.10 克每 10 分钟 ( $\text{g}/10\text{min}$ ), 优选为大于  $1\text{g}/10\text{min}$ 。乙烯弹性体的熔体指数通常小于  $500\text{g}/10\text{min}$ , 优选为小于  $100\text{g}/10\text{min}$ 。熔体指数通过 ASTM D-1238 ( $190^\circ\text{C}/2.16\text{kg}$ ) 的规程测量。

[0044] 烯烃弹性体的用量通常为  $10\sim 90\text{wt}\%$ , 基于组合物的重量。优选地, 烯烃弹性体的用量为  $20\sim 80\text{wt}\%$ , 更优选为  $25\sim 50\text{wt}\%$ , 基于组合物的重量。

[0045] 非烯烃弹性体

[0046] 用于本发明实践的非烯烃弹性体包括有机硅和聚氨酯弹性体, 苯乙烯-丁二烯橡胶 (SBR), 丁腈橡胶, 氯丁二烯橡胶, 含氟弹性体, 全氟弹性体, 聚醚嵌段酰胺和氯磺酸化的聚乙烯。有机硅弹性体是通常具有平均单元式  $\text{R}_a\text{SiO}_{(4-a)/2}$  的聚有机基硅氧烷, 其可以具有线型或部分支化的结构但优选为线型的。R 各自可以相同或不同。R 是取代或未取代的一价烃基, 其可以是, 例如, 烷基, 如甲基、乙基、丙基、丁基、和辛基; 芳基, 如苯基和甲苯基; 芳基烷基; 链烯基, 例如, 乙烯基、烯丙基、丁烯基、己烯基、和庚烯基; 和卤化的烷基, 例如氯丙基和 3,3,3-三氟丙基。聚有机基硅氧烷可以通过以上基团中的任一个或用羟基封端。当 R 是链烯基时, 链烯基优选为乙烯基或己烯基。甚至, 链烯基可以存在于聚有机基硅氧烷的端基和 / 或聚合物侧链上。

[0047] 代表性有机硅橡胶或聚有机基硅氧烷包括但不限于, 二甲基乙烯基甲硅烷氧基-封端的聚二甲基硅氧烷, 三甲基甲硅烷氧基-封端的聚二甲基硅氧烷, 甲基乙烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的三甲基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基乙烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基乙烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 二甲基羟基甲硅烷氧基-封端的聚二甲基硅氧烷, 甲基乙烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基羟基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基乙烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的甲基乙烯基羟基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 二甲基己烯基甲硅烷氧基-封端的聚二甲基硅氧烷, 甲基己烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的三甲基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基己烯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基己烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基苯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基乙烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基苯基硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基己烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 甲基 (3,3,3-三氟丙基) 硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基乙烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物, 以及甲基 (3,3,3-三氟丙基) 硅氧烷和二甲基硅氧烷的二甲基己烯基甲硅烷氧基-封端的共聚物。

[0048] 聚氨酯弹性体由反应性聚合物如聚醚和聚酯与异氰酸酯官能的有机化合物制备。一个典型实例是二羟基官能聚醚和 / 或三羟基官能聚醚与甲苯二异氰酸酯使得所有的羟基反应形成氨基甲酸酯连接基而留下异氰酸酯基团用于进一步反应的反应产物。这种类型的反应产物称为预聚物, 该预聚物当暴露于湿气或通过添加化学计量的聚甲醇或其它与

异氰酸酯反应的多官能反应性物质时本身可以固化。商业上制备了具有各种比率的异氰酸酯化合物和聚醚或聚酯的聚氨酯弹性体。

[0049] 最常用的聚氨酯弹性体是包含羟基官能的聚醚或聚酯和低分子量多官能的聚合的异氰酸酯的那些聚氨酯弹性体。与羟基官能的聚醚和聚酯一起使用的另一种常用物质是甲苯二异氰酸酯。

[0050] 适宜的聚氨酯橡胶的非限制性实例包括 PELLETHANE™ 热塑性聚氨酯弹性体, 购自 Lubrizol Corporation ;ESTANE™ 热塑性聚氨酯, TECOFLEX™ 热塑性聚氨酯, CARBOTHANE™ 热塑性聚氨酯, TECOPHILIC™ 热塑性聚氨酯, TECOPLAST™ 热塑性聚氨酯, 和 TECOTHANE™ 热塑性聚氨酯, 全部购自 Noveon ;购自 BASF 的 ELASTOLLAN™ 热塑性聚氨酯和其它热塑性聚氨酯 ;以及购自 Bayer、Huntsman、Lubrizol Corporation、Merquinsa 和其它厂商的其它热塑性聚氨酯材料。优选的聚氨酯橡胶是所谓“可轧的”聚氨酯如得自 TSI Industries 的 MILLATHANE™ 级的那些。

[0051] 关于这类聚氨酯材料的其它信息尤其可见于 Golding, Polymers and Resins, Van Nostrand, 1959, pages 325 et seq. 和 Saunders and Frisch, Polyurethanes, Chemistry and Technology, Part II, Interscience Publishers, 1964。

[0052] 有机硅和聚氨酯橡胶可以单独使用或相互组合使用, 其用量通常为 90 至 10wt%, 基于组合物的重量。优选地, 橡胶的用量为 80 至 20wt%, 更优选为 50 至 75wt%, 基于组合物的重量。

[0053] 导电填料

[0054] 任何赋予半导体组合物小于 1,000ohm-cm、优选小于 500ohm-cm 和更优选小于 250ohm-cm 的体积电阻率的导电填料都可用于本发明的实践。代表性导电填料包括但不限于导电炭黑和金属颗粒。导电炭黑可以选自列于 ASTM D-1765-76 的任何炭黑, 这包括根据他们的 ASTM 名称列出的炭黑 :N110 N242 N326 N358 N568 N765 N121 N270 N327 N363 N601 N774 N166N285 N330 N375 N650 N785 S212 N293 N332 N440 N660 N787 N219 N294N339 N472 N683 N880 N220 S300 N347 N539 N741 N907 N231 S301 N351N542 N754 N990 N234 S315 N356 N550 N762。当然, 可用于本发明实践的导电炭黑还可以包括任何具有类似性质并且适宜且有效用于橡胶混配的其它炭黑, 如 Ketjenblack EC, Vulcan C 和 XC 黑, 乙炔黑, 和其它所谓“导电炭黑”, 类似于以上的任何但是可以用其它数字命名的较新炭黑, 当然也包括这些的混合物。

[0055] 在一种实施方式中, 炭黑是石墨烯 (graphene) 如石墨、碳纳米管和 / 或富勒烯或它们与其它炭黑的混合物。这样的材料的平均粒度通常为纳米级。

[0056] 任选的单独的具有导电性质的至少一种金属粉末或颗粒或其与炭黑组合可以用作导电填料。这些金属粉末或颗粒的平均粒度通常为 0.1 至 100 微米, 更通常为 0.3 至 30 微米, 通过 X 射线衍射线型宽化法测量。金属颗粒 / 粉末可以具有任何所需的颗粒形状, 但是正如所知, 形状选择可以取决于金属填充的产品的预定最终用途。可以使用球形形状、小板、棱镜形状、晶须等。

[0057] 可用作导电填料的金属包括, 单独形式的或以与一种或多种其它这种金属的混合物形式的、或作为细粉状合金形式的以下金属 :铝、铟、锡、铅、铋、以及周期表的第 II-B 族至第 VII-B 族元素, 这包括例如锌、镉、铈、钛、锆、钒、铬、钼、钨、锰、镓、铁、钨、钽、铪、铌、



铍、镍、钨、铂等。对于方便和相对便宜而言特别满意的是铝、锌、铁、镍、锡、铅、和银。尽管导电,但是呈金属形式的铜在一些橡胶混配制剂中可能是不被接受的。

[0058] 可以使用一种或多种炭黑与一种或多种金属粉末或颗粒按任何相对比例(如 1 : 99 至 99 : 1 的重量比)的混合物。

[0059] 填料可以承载或包含各种表面涂层或处理,例如硅烷、脂肪酸等。

[0060] 用于本发明实践的导电填料占组合物的至少 1wt%,优选为至少 10wt%,更优选为至少 20wt%。对填料在组合物中的最大含量的唯一限制是受实际考量影响的那些,例如成本和性能,但是通常的最大量通常占组合物的少于 40wt%,更通常为少于 35wt%。

[0061] 添加剂

[0062] 本发明的组合物也可以包含添加剂。代表性添加剂包括但不限于抗氧化剂,固化剂,交联助剂,固化促进剂和防焦剂,加工助剂,偶联剂,紫外线稳定剂(包括 UV 吸收剂),抗静电剂,成核剂,增滑剂,增塑剂(特别是增塑剂油),润滑剂,粘度控制剂,增粘剂,抗粘连剂,表面活性剂,增量油,除酸剂,阻燃剂和金属钝化剂。这些添加剂通常以常规方式和常规量使用,例如,用量为 0.01wt% 或更少至 20wt% 或更多,基于组合物的重量。

[0063] 适宜的固化剂包括有机过氧化物,更适宜的是在大于 120° C 的温度半衰期为一小时的那些。适宜的有机过氧化物的实例包括 1,1-二-叔丁基过氧-3,3,5-三甲基环己烷,二枯基过氧化物,2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)己烷,叔丁基枯基过氧化物,二叔丁基过氧化物,和 2,5-二甲基-2,5-二-(叔丁基过氧)己烷。防焦剂包括 2,2,6,6-四甲基哌啶氧化物(piperidinoxyl)(TEMPO)和 4-羟基-2,2,6,6-四甲基哌啶氧化物(4-羟基 TEMPO)。

[0064] 适宜的 UV 光稳定剂包括受阻胺光稳定剂(HALS)和 UV 光吸收剂(UVA)添加剂。代表性的 UV 吸收剂(UVA)添加剂包括苯并三唑类型例如 Tinuvin326 和 Tinuvin 328,可商购自 Ciba, Inc。HAL 和 UVA 添加剂的共混物也是有效的。抗氧化剂的实例包括受阻酚,如四[亚甲基(3,5-二-叔丁基-4-羟基氢化-肉桂酸酯)]甲烷;二[(β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)-甲基羧基乙基)]硫醚、4,4'-硫代双(2-甲基-6-叔丁基苯酚)、4,4'-硫代双(2-叔丁基-5-甲基苯酚)、2,2'-硫代双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)、和硫基二亚乙基双(3,5-二叔丁基-4-羟基)氢化肉桂酸酯;亚磷酸酯和亚膦酸酯,如亚磷酸三(2,4-二叔丁基苄基)酯和二叔丁基苄基-亚膦酸酯;硫代化合物,如硫代二丙酸二月桂基酯、硫代二丙酸二肉豆蔻基酯、和硫代二丙酸二硬脂基酯;各种硅氧烷;聚合的 2,2,4-三甲基-1,2-二氢喹啉、n,n'-二(1,4-二甲基戊基-对苯二胺)、烷基化的二苯胺、4,4'-二(α,α-二甲基苄基)二苯胺、二苄基-对苯二胺、混合的二芳基-对苯二胺,和其它的受阻胺抗降解剂或稳定剂。

[0065] 加工助剂的实例包括但不限于,羧酸的金属盐,如硬脂酸锌或硬脂酸钙;脂肪酸,如硬脂酸、油酸、或芥酸;脂肪酰胺,如硬脂酰胺、油酰胺、芥酸酰胺、或 N,N'-亚乙基双-硬脂酰胺;聚乙烯蜡;氧化的聚乙烯蜡;环氧乙烷的聚合物;环氧乙烷和环氧丙烷的共聚物;植物蜡;石油蜡;非离子表面活性剂;有机硅流体和聚硅氧烷。

[0066] 混配

[0067] 在一种实施方式中,将用于本发明实践的组合物各组分添加到间歇混合机或挤出机以用于熔融共混。可以按任何顺序添加各组分或者首先制备一种或多种母料以用于与

其它组分共混。在一种实施方式中,制备在一种树脂或树脂的共混物中的导电填料的母料,然后将其添加到其它树脂中。通常将添加剂与一种或多种其它组分共混,然后添加到本体树脂和 / 或填料中。通常熔融共混在高于最高熔点聚合物的熔点但低于过氧化物(如果存在)的活化温度的温度进行。然后或将熔融共混的组合物递送至模具、或使其穿过模头,从而成型为所需制品,或转化为粒料、膜或一些其它形式,以用于储存或者制备材料而进料到下一成型或加工步骤。一种优选的制品是经注塑法制备的模塑的电制品,在该注塑法中将混配的物质进料到注塑机器以制造具有给定设计的模塑部件。任选地,如果成型为粒料或一些类似的结构,那么粒料等可以涂布有抗粘连剂以便于在储存过程中的操作。

[0068] 组合物的混配可以通过本领域技术人员已知的任何标准设备完成。混配设备的实例是内部间歇混合机,如 Banbury™ 或 Bolling™ 内部混合机。可替换地,可以使用连续的单螺杆或双螺杆混合机,如 Farrel™ 连续混合机、Werner and Pfleiderer™ 双螺杆混合机、或 Buss™ 捏合连续挤出机。使用的混合机的类型、以及混合机的操作条件将影响组合物的性质,如粘度、体积电阻率、和挤出的表面光滑度。

[0069] 包含具有本发明组合物的半导体层的缆线可以使用各种类型的挤出机制备,例如,单螺杆或双螺杆类型。这些组合物应该在任何适宜热塑性聚合物挤出的设备上具有挤出能力。线材和缆线产品的最常见制造设备是单螺杆塑炼挤出机。常规单螺杆挤出机的描述可见于 USP 4, 857, 600。共挤出和挤出机的实例因此可见于 USP 5, 575, 965。典型的挤出机在其上游末端包含料斗并在其下游末端包含模头。聚合物混配物的颗粒通过料斗进料到包含具有螺旋螺纹的螺杆的挤出机机筒内。挤出机机筒和螺杆的长径比通常为约 15 : 1 至约 30 : 1。在下游末端,在螺杆末端和模头之间,通常存在由分流板 (breaker plate) 支撑的过滤网板,用于从聚合物熔体中过滤任何大颗粒污染物。通常将挤出机的螺杆部分划分为三个部分,即固体进料部分、压制或熔融部分、和计量或泵送部分。将聚合物的颗粒通过进料区运送至压制区,在压制区将螺杆通道的深度降低以压紧物料,通过来自挤出机机筒的热量输入与由螺杆产生的摩擦剪切热量的组合使热塑性聚合物熔化。大多数挤出机沿从上游至下游运转的机筒轴存在多个(多于两个)机筒加热区。各加热区通常具有单独的加热器和热量控制器以允许沿机筒的长度建立温度分布。在十字头和模头组件中存在另外的加热区,在所述组件中由挤出机螺杆产生的压力促使熔体流动并成型为线材和缆线产品,所述产品通常垂直于挤出机机筒移动。在成型之后,热塑性挤出生产线通常具有水槽以使聚合物冷却并凝固为最终线材或缆线产品,然后具有卷轴拉紧系统以收集长度长的该产品。线材和缆线的制造方法存在很多变型,例如,存在可替换类型的螺杆设计例如隔离混合机或其它类型,和可替换的加工设备例如聚合物齿轮泵以产生排放压力。本申请所述的组合物通常可以在任何适宜于挤出线材和缆线组合物的制造设备上加工。

#### [0070] 绝缘层

[0071] 通常与本发明实践的半导体层邻接的绝缘层是本领域熟知的,其组成可以广泛变化,其对本发明实践并不是关键的。绝缘层可以包含,例如,烯炔弹性体、烯炔嵌段共聚物、EPDM、EPR 或有机硅中的一种或多种,特别是官能化的聚烯炔例如硅烷-接枝的聚烯炔或者与一种或多种交联剂交联的硅烷-烯炔共聚物,例如,羟基-封端的有机硅。绝缘层可以是填充或未填充的,并且通常比半导体层厚。代表性的绝缘层尤其描述于 USP 5, 246, 783、W0 00/41187 和 EP 1619217A1 等文献。

[0072] 以下实施例说明本发明的各种实施方式。除非另外指出,否则所有的份和百分比均基于重量。

[0073] 实施例

[0074] 样品制备

[0075] 所有的样品都使用实验室级 Brabender 间歇混合机制备。混合机最初设定在 120° C 和 35 转每分钟 (rpm) 的转速。首先将聚合物树脂装进混合机中,然后缓慢添加炭黑并混合 15 分钟。当可能时,首先添加聚烯烃和 / 或烃橡胶,然后添加炭黑,再然后添加非聚烯烃橡胶,但是这并非总是可行的,因为一些组分使得这对于填充混合机而言是不切实际的。但是在任何情况下都不可为后添加非烯烃橡胶而制备母料。根据炭黑的含量和树脂类型,在混合周期的结束时熔融温度为 130 至 140° C。在一些情况下,可以在混合机中冷却物质而无需移出;在其它情况下,出于冷却的目的必须从混合机中取出混配物,然后添加过氧化物。在这样的情况下,重新装入该物质以用于添加过氧化物。在所有的情况下,在添加过氧化物之后,将混合物在 35rpm 另外混配 10 分钟从而结合过氧化物同时确保混配物温度保持低于 125° C 以防止过早交联。将由此制备的混配物压塑成 75 密耳试验样片,该样片在压机 (Wabash 型号 #30-1212-451-4ST MBX) 中在 175° C 固化 10min。从固化的试验样片切割样本用于测量机械性能。组合物组分和它们各自的性质报告于表 1。对比例报告于表 2,本发明的实施例报告于表 3。

[0076] 体积电阻率测试样本是通过在热塑性条件下压塑感兴趣的混配物制备的 8x 2x 0.75 英寸试验样片。将样本冷却至室温并从模具中取出。将扁平的铜导线 (16AWG) 在试验样片的各末端卷绕在各试验样片上,使得导线分开 2 英寸,并且各自离试验样片末端约 1 英寸远。将卷绕的试验样片放回到 8x2 英寸模具中,在压机中使安装有导线的试验样片在 175° C 固化 10min。然后使试验样片冷却,从模具脱模,准备用于测试。

[0077] 表 1 :组合物组分和它们的性质

[0078]

树脂	厂商	描述	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	熔体指数 (I <sub>2</sub> , 190°C)	门尼粘度(ML 1+4, 100°C)	肖氏 A
ENGAGE 7447	Dow	乙烯/1-丁烯 弹性体	0.865	5.0		64
ENGAGE 7467	Dow	乙烯/1-丁烯 弹性体	0.862	1.2		52
NORDEL IP 3722	Dow	烃橡胶	0.880		18	71
NORDEL IP 4640	Dow	烃橡胶	0.860		40	61
NORDEL IP3430	Dow	烃橡胶	0.860		44	54
SILASTIC GP-30	Dow Corning	有机硅橡胶	1.090		N/A	34
SILASTIC 130-25	Dow Corning	有机硅橡胶	1.090		N/A	22
MILLATHANE 5004	TSE Industries	聚氨酯橡胶	1.210		50-70	60

[0079] 密度通过 ASTM D-792-00, 方法 B 测量。

[0080] I<sub>2</sub> 通过 ASTM D-1238-04 (版本 C, 条件 190° C/2.16kg) 测量。

[0081] 门尼粘度通过 ASTM D-1646-94 测量。

[0082] 肖氏 A 通过 ASTM D-2240 测量。

[0083] 表 2 : 对比例

[0084]

以总计的%wt表示的组分				
对比例	CE1	CE2	CE3	CE4
ENGAGE 7447	63.40			
ENGAGE 7467			20.64	
Nordel IP3722		63.40		
Nordel IP3430			29.48	50.85
炭黑(XC-500)	34.10	34.10	31.45	30.00
增塑剂(SUNPAR 2280)	0.00	0.00	14.74	15.00
氧化锌			1.97	2.00
二枯基过氧化物	2.50	2.50	1.72	2.15
总计	100.0	100.0	100.0	100.0
肖氏 A	85	90	67	55
拉伸@断裂(psi)	3028	3079	1132	953
伸长率@断裂(%)	291	145	689	653
M100 (psi)	1306	2223	271	165
Trouser 撕裂强度 (1bf/in)	26	14	56	43
体积电阻率(95°C, 7天, ohm-cm)				
第 1 天	233	604	589	1758
第 2 天	246	582	577	1666
第 3 天	257	773	571	1615
第 4 天	400	747	567	1585
第 5 天	893	738	564	1564
第 6 天	1569	759	562	1544
第 7 天	2333	771	558	1534

[0085] 肖氏 A 通过 ASTM D-2240 测量。

[0086] 拉伸 @ 断裂通过 ASTM D-638 测量。

[0087] 伸长率 @ 断裂通过 ASTM 638 测量。

[0088] M100 通过 ASTM D-638 测量。

[0089] Trouser 撕裂强度通过 ASTM D1938-08 测量。

[0090] 体积电阻率通过 ASTM D-991 测量。

[0091] CE1 显示聚烯烃弹性体 (0.865g/cm<sup>3</sup> 密度, 5MI, 肖氏 A=64) 与 34.1% 炭黑和 2.5% 过氧化物的共混物的数据。该混配物针对应用非常硬, 其中肖氏 A=85, M100=1306psi, 尽管具有良好的拉伸强度, 但是具有差的伸长率 (291%) 和差的耐撕裂性。体积电阻率不稳定, 最初在 233ohm-cm, 然后在 95° C 老化 7 天之后增加至超过 2300ohm-cm。

[0092] CE2 显示烃橡胶 (0.880g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=71) 与 34.1% 炭黑和 2.5% 过氧化物的共混物的数据。该混配物针对应用也是硬的, 其中肖氏 A=90, M100>2000psi, 尽管具有良好的拉伸强度, 但是具有差的伸长率 (145%) 和差的耐撕裂性。体积电阻率比 CE1 稳定, 最初在 600ohm-cm, 然后在 95° C 老化 7 天之后仅增加至 771ohm-cm。

[0093] CE3 显示聚烯烃弹性体 (0.862g/cm<sup>3</sup> 密度, 1.2MI, 肖氏 A=51)、烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54) 与 31.45% 炭黑、用于改善挠性的 14.74% 增塑剂油、1.97% 氧化锌和 1.72% 过氧化物的共混物的数据。该混配物显示出比之前两个对比例显著改善的挠性, 其中肖氏 A=67 和 M100=271, 以及改善的伸长率 (689%), 良好的拉伸强度和显著改善的耐撕裂性。在该含量的炭黑, 体积电阻率在 90° C 老化 7 天之后也稳定在 ~560ohm-cm。

[0094] CE4 显示烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54) 与 30% 炭黑、15% 增塑剂油、2% 氧化锌和 2.15% 过氧化物的共混物的数据。该混配物也显示出相较之前对比例显著改善的挠性, 其中肖氏 A=55, M100=165psi, 相对良好的撕裂强度 (953psi), 良好的伸长率 (653%) 和良好的耐撕裂性。尽管体积电阻率在 90° C 老化 7 天之后稳定在 ~1550ohm-cm, 但在该含量的炭黑, 混配物针对其中体积电阻率为 <1000ohm-cm 和优选为 <500ohm-cm 的该应用仍是不可接受的。

[0095] 表 3: 本发明的实施例

	以总计的%wt表示的组分						
本发明实施例	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7
ENGAGE 7447	39.02						
ENGAGE 7467		34.15	37.33	19.65			
Nordel IP3722							
Nordel IP3430				19.65	28.38	28.38	33.38
Millathane 5004	39.02	24.39	24.56				
Silastic GP-30				17.68	35.00		
Silastic 130-25						35.00	35.00
炭黑(XC-500)	19.51	24.39	19.65	24.65	25.00	25.00	20.00
增塑剂(Sunpar 2280)		14.63	14.73	14.73	7.50	7.50	7.50
氧化锌			1.96	1.96	2.00	2.00	2.00
二枯基过氧化物	2.44	2.44	1.77	1.77	2.15	2.15	2.15
总计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
肖氏 A	79	69	67	60	59	56	46
拉伸@断裂(psi)	2367	952	1033	942	1023	961	1006
伸长率@断裂(%)	309	561	659	833	335	443	578
M100 (psi)	767	313	300	184	278	266	145
Trouser 撕裂强度 (ibf/in)	80	52	54	43	17.3	18	26
<b>体积电阻率(95°C, 7 天, ohm-cm)</b>							
第 1 天	224	56	327	553	76	16	290
第 2 天	199	55	322	534	68	15	265
第 3 天	182	54	323	525	64	15	251
第 4 天	156	54	328	520	61	15	242
第 5 天	123	54	333	515	59	16	237
第 6 天	104	54	340	512	58	17	233
第 7 天	95	54	347	507	57	19	230

[0097] 实施例 1 显示包含 39% 聚烯烃弹性体 (0.865g/cm<sup>3</sup> 密度, 5MI, 肖氏 A=64)、39% 聚氨酯橡胶 (1.210den, 肖氏 A=60)、19.5% 炭黑和 2.44% 过氧化物的共混物的数据。与 CE1 相

比,该混配物显示了肖氏 A=79, M100=767, 高的拉伸强度, 仍同样差的伸长率, 但是显著改善的耐撕裂性。但是, 最重要的是, 尽管其使用的炭黑少了约 42%, 但是其在 95° C 老化 7 天之后仍具有较低且稳定得多的体积电阻率 ( $\sim 100\text{ohm-cm}$ )。

[0098] 实施例 2 显示包含 34.15% 聚烯烃弹性体 (0.862g/cm<sup>3</sup> 密度, 1.2MI, 肖氏 A=51)、24.39% 聚氨酯橡胶 (1.210g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=60)、14.63% 增塑剂油和 2.44% 过氧化物的共混物的结果。数据显示改善的肖氏 A=69, M100=313, 良好的拉伸性质 (952psi) 和改善的伸长率 (561%) 和良好的耐撕裂性。如同实施例 2, 仅含 24.4% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后表现出低的且稳定的体积电阻率 ( $\sim 55\text{ohm-cm}$ )。

[0099] 实施例 3 显示包含 37.3% 聚烯烃弹性体 (0.862g/cm<sup>3</sup> 密度, 1.2MI, 肖氏 A=51)、24.56% 聚氨酯橡胶 (1.210g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=60)、14.73% 增塑剂油、19.65% 炭黑、1.96% 氧化锌和 1.77% 过氧化物的共混物的结果。数据显示较低的混配物肖氏 A=67, M100=300, 良好的拉伸性质 (1033psi) 和改善的伸长率 (659%) 和良好的耐撕裂性。如同实施例 2 甚至仅含 19.65% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后具有  $\sim 350\text{ohm-cm}$  的稳定的体积电阻率。

[0100] 实施例 4 显示包含 19.65% 聚烯烃弹性体 (0.862g/cm<sup>3</sup> 密度, 1.2MI, 肖氏 A=51)、19.65% 烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54)、17.68% 有机硅橡胶 (1.090g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=34)、24.56% 炭黑、14.73% 增塑剂油、1.96% 氧化锌和 1.77% 过氧化物的共混物的结果。数据显示进一步改善的肖氏 A=60, M100=184, 良好的拉伸性质 (942psi), 高伸长率 (833%) 和良好的耐撕裂性。如同实施例 2, 仅含 24.56% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后具有  $\sim 520\text{ohm-cm}$  的稳定的体积电阻率。这些结果应该与使用 31.45% 炭黑 (多约 22%) 的 CE3 的那些结果相比较。

[0101] 实施例 5 显示包含 28.38% 烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54)、35% 有机硅橡胶 (1.090g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=34)、25% 炭黑、7.5% 增塑剂油、2.0% 氧化锌和 2.15% 过氧化物的共混物的结果。与 CE4 相比, 数据显示仅含 25% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后具有低得多的且稳定的体积电阻率 ( $\sim 60\text{ohm-cm}$ )。

[0102] 实施例 6 显示包含 28.38% 烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54)、35% 有机硅橡胶 (1.090g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=22)、25% 炭黑、7.5% 增塑剂油、2.0% 氧化锌和 2.15% 过氧化物的共混物的结果。与 CE4 相比, 该混配物具有相当的肖氏 A=56, 但是数据再次显示仅含 25% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后具有低得多且稳定的体积电阻率 ( $\sim 15\text{ohm-cm}$ )。鉴于如此低的体积电阻率, 该样品的机械性能可进一步改善。

[0103] 实施例 7 说明混配物性质可如何平衡, 并显示包含 33.38% 烃橡胶 (0.860g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=54)、35% 有机硅橡胶 (1.090g/cm<sup>3</sup> 密度, 肖氏 A=34)、20% 炭黑、7.5% 增塑剂油、2.0% 氧化锌和 2.15% 过氧化物的共混物的结果。与 CE4 相比, 数据显示低得多的肖氏 A=46, 较低的 M100=145, 但是最重要地, 甚至仅含 20% 炭黑, 混配物在 95° C 老化 7 天之后再次具有低得多的且稳定的体积电阻率 ( $\sim 230\text{ohm-cm}$ ), 并且具有拉伸性、伸长率和耐撕裂性的较以上实施例 5 和 6 改善的平衡。

[0104] 尽管已经通过前述特定实施方式以某些详述描述了本发明, 但是该详述针对说明的主要目的。在不背离如所附权利要求所描述的本发明的精神和范围的情况下, 本领域技术人员可以进行很多变化和更改。