

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C08L 69/00

C08K 13/02 C08K 5/51

C08K 3/08

/(C08L69/00 51: 04 25: 08)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99809032.8

[43]公开日 2001 年 8 月 29 日

[11]公开号 CN 1310747A

[22]申请日 1999.5.27 [21]申请号 99809032.8

[30]优先权

[32]1998.7.27 [33]US [31]09/122,942

[86]国际申请 PCT/US99/11750 1999.5.27

[87]国际公布 WO00/06648 英 2000.2.10

[85]进入国家阶段日期 2001.1.22

[71]申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72]发明人 L·J·范德赫德尔

L·科尔努

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 庞立志 王其灏

权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 具有金属外观的阻燃聚碳酸酯/橡胶改性的接枝共聚物树脂共混物

[57]摘要

一种热塑性树脂组合物包括芳族聚碳酸酯树脂、包含分散在连续 硬质热塑性相中的不连续弹性体相的橡胶改性接枝共聚物、其中至少一部分硬质热塑性相是化学接枝到弹性体相上的、热塑性聚合物、含磷阻燃化合物和金属颗粒,并且显示出金属外观和良好的物理性能,而且出人意料地提供了良好的阻燃性能。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种热塑性树脂组合物, 以 100 重量份组合物为基准, 本发明的热塑性树脂组合物包括:

(a) 50-80 重量份芳族聚碳酸酯树脂,

5 (b) 5-10 重量份包括分散在连续硬质热塑性相中的不连续弹性体相的橡胶改性的接枝共聚物, 其中至少一部分硬质热塑性相是化学接枝到弹性体相上的, 至少一部分硬质热塑性相不是化学接枝到弹性体相上的,

10 (c) 最多 15 重量份玻璃化转变温度大于 25℃ 的热塑性聚合物, 条件是热塑性聚合物及非化学接枝到接枝共聚物弹性体相上的硬质热塑性相部分的结合量不超过组合物的 20 重量份,

(d) 5-15 重量份含磷阻燃化合物, 和

(e) 0.05-5 重量份金属颗粒。

15 2. 权利要求 1 的组合物, 其中该组合物包括 60-80 重量份芳族聚碳酸酯树脂, 5-8 重量份橡胶改性的接枝共聚物, 5-15 重量份硬质聚合物, 8-15 重量份含磷阻燃化合物和 0.1-5 重量份金属颗粒。

3. 权利要求 1 的组合物, 其中芳族聚碳酸酯树脂包括线性芳族聚碳酸酯树脂。

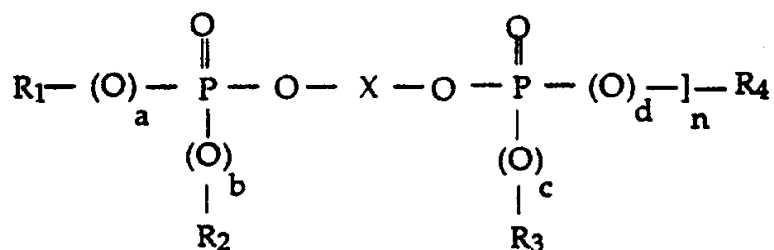
20 4. 权利要求 1 的组合物, 其中芳族聚碳酸酯树脂包括支化芳族聚碳酸酯树脂。

5. 权利要求 1 的组合物, 其中弹性体相包括聚丁二烯橡胶或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶而硬质热塑性相包括衍生自一种或多种选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的单体的结构单元。

25 6. 权利要求 5 的组合物, 其中硬质相包括衍生自两种或多种选自苯乙烯、 α -甲基苯乙烯和丙烯腈的单体的共聚物。

7. 权利要求 1 的组合物, 其中热塑性聚合物包括衍生自两种或多种选自苯乙烯、 α -甲基苯乙烯和丙烯腈的单体的共聚物。

8. 权利要求 1 的组合物, 其中含磷化合物包括根据下式的化合物:



其中 R_1 , R_2 , R_3 和 R_4 各自独立地为芳基, 该芳基可任选被卤素或烷基取代,

X 为亚芳基, 任选被卤素或烷基取代,

a , b , c 和 d 各自独立地为 0 或 1, 并且

5 n 为 1-5 的整数。

9. 权利要求 8 的组合物, 其中 R_1 , R_2 , R_3 和 R_4 各自独立地为苯基, a , b , c 和 d 各为 1, X 为亚苯基。

10. 权利要求 8 的组合物, 其中含磷酸酯化合物为 n 的平均值为 1-2 的含磷低聚物的共混物。

11. 权利要求 1 的组合物, 其进一步包括可抑制滴淌量的氟代聚合物。

12. 权利要求 11 的组合物, 其中氟代聚合物为四氟乙烯聚合物。

13. 权利要求 1 的组合物, 其中金属颗粒为铝颗粒。

14. 权利要求 1 的组合物, 其中金属颗粒的平均粒度为约 0.05-约 5 mm。

15. 权利要求 1 的组合物, 其中金属颗粒为平均长径比小于约 1:1.2 的扁平颗粒形式。

16. 权利要求 1 的组合物, 其进一步包括复合橡胶抗冲击改性剂, 所述改性剂包括聚有机硅氧烷/聚(甲基)丙烯酸烷基酯复合橡胶底物和硬质热塑性上层, 上层的至少一部分是化学接枝到聚有机硅氧烷/聚(甲基)丙烯酸烷基酯复合橡胶底物上的。

17. 由权利要求 1 的组合物模塑的制品。

说明书

具有金属外观的阻燃聚碳酸酯/橡胶改性的接枝共聚物树脂共混物

5 发明领域

本发明涉及基于聚碳酸酯树脂和橡胶改性的接枝共聚物的共混物并显示金属外观的阻燃树脂组合物。

相关领域简述

10 包含芳族聚碳酸酯树脂、接枝共聚物、氟代聚合物及含磷阻燃化合物的阻燃组合物是已知的并发现其显示了良好的阻燃性和良好的耐热性，见例如共同转让的美国专利 5, 204, 394。

显示‘394 专利中公开的组合物的高性能和良好阻燃性能并还显示金属外观的热塑性树脂组合物是希望的。

发明概述

15 以 100 重量份(“pbw”)组合物为基准，本发明的热塑性树脂组合物包括：

(a) 50-80 pbw 芳族聚碳酸酯树脂，

20 (b) 5-10 pbw 包括分散在连续硬质热塑性相中的不连续弹性体相的橡胶改性的接枝共聚物，其中硬质热塑性相的一部分是化学接枝到弹性体相上的，硬质热塑性相的一部分不是化学接枝到弹性体相上的，

(c) 最多 15 pbw 玻璃化转变温度大于 25℃ 的热塑性聚合物，条件是热塑性聚合物及非化学接枝到接枝共聚物的弹性体相上的硬质热塑性相部分的结合量不超过组合物的 20 pbw，

25 (d) 5-15 pbw 含磷阻燃化合物，和

(e) 0.05-5 pbw 金属颗粒。

本发明组合物显示了金属外观和良好的物理性能，并且出人意料地提供了良好的阻燃性能。

发明详述

30 在优选的实施方案中，本发明的热塑性树脂组合物包括 60-80 pbw，更优选 65-80 pbw 芳族聚碳酸酯树脂；5-8 pbw，更优选 6-8 pbw 橡胶改性的接枝共聚物；5-15 pbw，更优选 8-10 pbw 硬质共聚物；

8-15 pbw, 更优选 9-12 pbw 含磷阻燃化合物及 0.1-5 pbw, 更优选 0.2-4 pbw 金属颗粒。

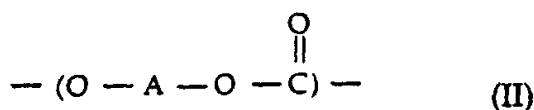
在优选的实施方案中, 组合物进一步包括复合橡胶抗冲击改性剂, 优选复合橡胶抗冲击改性剂基于 100 pbw 热塑性树脂组合物为 0.01-5 pbw, 更优选 0.5-2 pbw。

在优选的实施方案中, 组合物基本由芳族聚碳酸酯树脂、接枝共聚物、热塑性聚合物、含磷阻燃化合物、金属颗粒和硅橡胶抗冲击改性剂组成。

芳族聚碳酸酯树脂

适于用作本发明热塑性树脂组合物的聚碳酸酯树脂组分的芳族聚碳酸酯是已知的化合物, 其制备方法和性能已有说明, 一般见美国专利 3,169,121, 4,487,896 和 5,411,999, 在此将各专利内容引入作为参考。

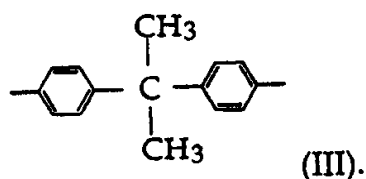
在优选的实施方案中, 本发明的芳族聚碳酸酯树脂组分是根据结构式(I)的二羟酚与碳酸酯前体的反应产物并包含根据结构式(II)的结构单元:



其中式(I)中 A 为二价芳族基团, 式(II)中 A 定义相同。

此处所用术语“二价芳族基团”包括含有单芳环如亚苯基的二价基团、含有稠芳环体系如亚萘基的二价基团、含有两个或多个通过非芳环键如亚烷基、亚烯基或磺基基团连接的芳环的二价基团, 任意所述基团均可在芳环的一个或多个位置上被例如卤素基团或(C₁-C₆)烷基基团取代。

在优选的实施方案中, A 为根据式(XXI)的二价芳族基团:



适宜的二羟酚包括例如一种或多种 2,2-二(4-羟基苯基)丙烷

(“双酚 A”)、2,2-二(3,5-二甲基-4-羟基苯基)丙烷、二(4-羟基苯基)甲烷、4,4'-二(4-羟基苯基)庚烷、3,5,3',5'-四氯-4,4'-二羟基苯基丙烷、2,6-二羟基萘、氢醌、2,4'-二羟基苯基砒。在非常优选的实施方案中,二羟酚为双酚 A。

- 5 碳酸酯前体为一种或多种羰基卤化物、碳酸酯或卤代甲酸酯。适宜的羰基卤化物包括例如羰基溴化物和羰基氯化物。适宜的碳酸酯包括例如碳酸二苯酯、碳酸二氯苯基酯、碳酸二萘基酯、碳酸苯基甲基酯和碳酸二甲苯基酯。适宜的卤代甲酸酯包括例如二羟酚如氢醌、或二醇如乙二醇、新戊二醇的二卤代甲酸酯。在非常优选的实施方案中,碳酸酯前体为羰基氯化物。

- 10 适宜芳族聚碳酸酯树脂包括线性芳族聚碳酸酯树脂和支化芳族聚碳酸酯树脂。适宜线性芳族聚碳酸酯树脂包括例如双酚 A 聚碳酸酯树脂。适宜支化聚碳酸酯是已知的并且通过多官能芳族化合物与二羟基酚及碳酸酯前体反应形成支化聚合物而制备,一般见美国专利
15 3,544,514, 3,635,895 和 4,001,184,在此引入各专利公开内容作为参考。多官能团化合物一般为芳族并且包含至少三个官能团,所述官能团为羧基、酸酐、酚、卤代甲酸酯或其混合物,如 1,1,1-三(4-羟基苯基)乙烷、1,3,5-三羟基苯、偏苯三酸酐、偏苯三酸、偏苯三酰三氯、4-氯甲酰基邻苯二甲酸酐、1,2,4,5-苯四酸、1,2,4,5-苯四
20 酸二酐、苯六甲酸、苯六甲酸酐、1,3,5-苯三酸、二苯酮四甲酸、二苯酮四甲酸二酐。优选的多官能团芳族化合物为 1,1,1-三(4-羟基苯基)乙烷、偏苯三酸酐或偏苯三酸或其卤代甲酸酯衍生物。

在优选的实施方案中,本发明的聚碳酸酯树脂组分为衍生自双酚 A 和光气的线性聚碳酸酯树脂。

- 25 在优选的实施方案中,聚碳酸酯树脂的重均分子量为约 10,000-约 200,000 克每摩尔(“g/mol”),是相对聚苯乙烯由凝胶渗透色谱测定的。这类树脂一般显示的 25℃ 于二氯甲烷中的特性粘数为约 0.3-约 1.5 分升每克。

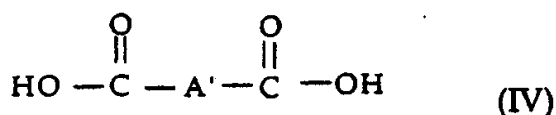
- 30 聚碳酸酯树脂是由已知方法如界面聚合、酯交换、溶液聚合或熔融聚合方法制备的。

共聚酯-碳酸酯树脂同样适于用作本发明的芳族聚碳酸酯树脂组分。适于用作本发明热塑性树脂组合物的芳族聚碳酸酯树脂组分的共

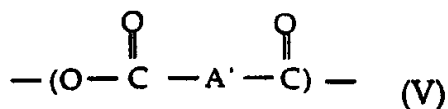
聚酯-碳酸酯树脂是已知的化合物，其制备方法和性能已有说明，一般见美国专利 3,169,121, 4,430,484 和 4,487,896，在此将各专利内容引入作为参考。

- 5 共聚酯-碳酸酯树脂包括在聚合物链中含有重复的碳酸酯基团、羧酸酯基团和芳族碳环基团的线性或无规支化聚合物，其中至少某些碳酸酯基团直接与芳族碳环基团的环碳原子相连。

在优选的实施方案中，本发明的共聚酯-碳酸酯树脂组分衍生自碳酸酯前体、至少一种二羟酚和至少一种二羧酸或二羧酸等价物。在优选的实施方案中，二羧酸为根据式 (IV) 的一种二羧酸：



- 10 其中 A' 为亚烷基、亚烯基、环脂基或芳基并且优选为未取代亚苯基基团或在芳环的一个或多个位置被取代的取代亚苯基基团，其中每个这种取代基团独立地为 (C₁-C₆) 烷基，并且共聚酯-碳酸酯树脂包括根据上述式 (II) 的第一个结构单元和根据式 (V) 的第二个结构单元：



其中 A' 定义如上。

- 15 适宜的碳酸酯前体和二羟酚为上述公开者。

- 适宜的羧酸包括例如邻苯二甲酸、间苯二甲酸、对苯二甲酸、二甲基对苯二甲酸、乙二酸、丙二酸、丁二酸、戊二酸、己二酸、庚二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸、二甲基戊二酸、1,12-十二双酸、顺-1,4-环己二酸、反-1,4-环己二酸、4,4'-二苯甲酸、萘-2,6-二甲酸。适宜的羧酸等价物包括例如以上所公开的羧酸的酸酐、酯或卤化物衍生物，如邻苯二甲酸酐、对苯二甲酸二甲酯、琥珀酰氯。
- 20 在优选的实施方案中，羧酸为芳族羧酸，更优选为一种或多种对苯二甲酸和间苯二甲酸。

- 在优选的实施方案中，存在于共聚酯-碳酸酯树脂中的酯键与碳酸酯键之间的比例为 0.25-0.9 个酯键对每个碳酸酯键。
- 25 在优选的实施方案中，共聚酯-碳酸酯共聚物的重均分子量为约 10,000-约 200,000 g/mol。

共聚酯-碳酸酯树脂是由已知方法如界面聚合、酯交换、溶液聚合或熔融聚合方法制备的。

橡胶改性的热塑性树脂

适于用作本发明橡胶改性的热塑性树脂的橡胶改性的热塑性树脂包括分散于连续硬质热塑性相中的不连续弹性体相，其中至少一部分硬质热塑性相是化学接枝到弹性体相上的。

(a) 弹性体相

用作弹性体相的适宜材料为玻璃化转变温度 (T_g) 小于或等于 25℃，优选小于或等于 0℃，更优选小于或等于 -30℃ 的聚合物。此处所指聚合物的 T_g 为由差示扫描量热法测定的聚合物 T_g 值 (加热速率为 20℃/min, T_g 值是在拐点测定的)。

在优选的实施方案中，弹性体相包括具有衍生自一种或多种单烯属不饱和单体的重复单元的聚合物，所述单体选自共轭二烯单体、非共轭二烯单体或 (甲基) 丙烯酸 (C_1-C_{12}) 烷基酯单体。

适宜的共轭二烯单体包括例如 1,3-丁二烯、异戊二烯、1,3-庚二烯、甲基-1,3-戊二烯、2,3-二甲基丁二烯、2-乙基-1,3-戊二烯、1,3-己二烯、2,4-己二烯、二氯丁二烯、溴代丁二烯和二溴丁二烯以及共轭二烯单体的混合物。在优选的实施方案中，共轭二烯单体为 1,3-丁二烯。

适宜的非共轭二烯单体包括例如亚乙基降冰片烯、二环戊二烯、己二烯或苯基降冰片烯。

此处所用术语 “(C_1-C_{12}) 烷基” 是指每个基团中含有 1-12 个碳原子的直链或支链烷基取代基团并且包括例如甲基、乙基、正丁基、仲丁基、叔丁基、正丙基、异丙基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基和十二烷基，而术语 “(甲基) 丙烯酸酯单体” 共指丙烯酸酯单体和甲基丙烯酸酯单体。适宜的 (甲基) 丙烯酸 (C_1-C_{12}) 烷基酯单体包括丙烯酸 (C_1-C_{12}) 烷基酯单体如丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸异戊酯、丙烯酸正己酯、丙烯酸 2-乙基己基酯，及其甲基丙烯酸 (C_1-C_{12}) 烷基酯同系物如甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸丙酯、甲基丙烯酸异丙酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸己酯、甲基丙烯酸癸酯。

弹性体相可任选包括最多约 25 wt% 的一种或多种选自 (C_2-C_8) 烯

烃单体、乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的单体。

此处所用术语“(C₂-C₈)烯烃单体”是指每分子中含有2-8个碳原子并且每个分子中含有单个烯属不饱和位的化合物。适宜的(C₂-C₈)烯烃单体包括例如乙烯、丙烯、1-丁烯、1-戊烯、庚烯。

- 5 适宜的乙烯基芳族单体包括例如苯乙烯和含有一个或多个与芳环相连的烷基、烷氧基、羟基或卤素取代基团的取代苯乙烯，包括例如α-甲基苯乙烯、对甲基苯乙烯、乙烯基甲苯、乙烯基二甲苯、三甲基苯乙烯、丁基苯乙烯、氯苯乙烯、二氯苯乙烯、溴苯乙烯、对羟基苯乙烯、甲氧基苯乙烯和乙烯基取代的稠合芳环结构如乙烯基萘、乙
- 10 烯基蒽，以及乙烯基芳族单体的混合物。

此处所用术语“单烯属不饱和腈单体”是指在每个分子中包括单个腈基团和单个烯属不饱和位的无环化合物并且包括例如丙烯腈、甲基丙烯腈、α-氯丙烯腈。

- 弹性体相可任选包括少量例如最多5 wt%的衍生自多烯属不饱和
- 15 “交联”单体的重复单元，所述单体为例如二丙烯酸丁二醇酯、二乙烯基苯、二甲基丙烯酸丁二醇酯、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯。此处所用术语“多烯属不饱和”是指在每个分子中含有两个或多个烯属不饱和位。

- 弹性体相，特别是在弹性体相具有衍生自(甲基)丙烯酸烷基酯单
- 20 体的重复单元的那些实施方案中，可以包括少量，例如最多5 wt%衍生自多烯属不饱和“接枝连接”单体的重复单元。适宜的接枝连接单体包括这样的单体：其第一个烯属不饱和位的反应性与得到各底物或上层的单烯属不饱和单体的反应性类似，其第二个烯属不饱和位的相对反应性与得到弹性体相的单烯属不饱和单体的反应性显著不同，因此
- 25 第一个位置在合成弹性体相期间反应而第二个位置用于在不同反应条件下的后面反应如在合成硬质热塑性相期间的反应。适宜的接枝连接单体包括例如甲基丙烯酸烯丙基酯、马来酸二烯丙基酯、氰脲酸三烯丙基酯。

- 在优选的实施方案中，弹性体相包括60-100 wt%衍生自一种或
- 30 多种共轭二烯单体的重复单元和0-40 wt%衍生自一种或多种选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的单体的重复单元，例如为苯乙烯-丁二烯共聚物、丙烯腈-丁二烯共聚物或苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共

聚物。

在选择性的优选实施方案中，弹性体相包括衍生自一种或多种丙烯酸(C_1-C_{12})烷基酯单体的重复单元。在更高度优选的实施方案中，橡胶状聚合底物包括 40-95 wt% 衍生自一种或多种丙烯酸(C_1-C_{12})烷基酯单体的重复单元，更优选衍生自一种或多种选自于丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯和丙烯酸正己酯的单体重复单元。

在优选的实施方案中，弹性体相是在自由基引发剂例如偶氮腈引发剂、有机过氧化物引发剂、过硫酸盐引发剂或氧化还原引发剂体系存在下，并且任选在链转移试剂如烷基硫醇存在下通过水性乳液聚合制备的并且凝结形成弹性体相材料颗粒。在优选的实施方案中，弹性体相材料的乳液聚合颗粒的重均粒度为 50-800 nm，更优选为 100-500 nm，是通过光透射测定的。可根据已知技术任选通过乳液聚合颗粒的机械或化学凝聚来提高乳液聚合弹性体颗粒的尺寸。

(b) 硬质热塑性相

硬质热塑性树脂相包括一种或多种热塑性聚合物并且显示的 T_g 大于 25°C ，优选大于或等于 90°C 且更优选大于或等于 100°C 。

在优选的实施方案中，硬质热塑性相包括一种聚合物或两种或多种聚合物的混合物，所述聚合物含有衍生自一种或多种选自下面的单体的重复单元：(甲基)丙烯酸(C_1-C_{12})烷基酯单体、乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体。适宜的(甲基)丙烯酸(C_1-C_{12})烷基酯单体、乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体为上面描述弹性体相时所列的那些。

在更加优选的实施方案中，硬质热塑性相包括一种或多种乙烯基芳族聚合物。适宜的乙烯基芳族聚合物包括至少 50 wt% 衍生自一种或多种乙烯基芳族单体的重复单元。

在优选的实施方案中，硬质热塑性树脂相包括一种乙烯基芳族聚合物，其含有第一种衍生自一种或多种乙烯基芳族单体的重复单元和含有第二种衍生自一种或多种单烯属不饱和腈单体的重复单元。

硬质热塑性相是根据已知方法如本体聚合、乳液聚合、悬浮聚合或其组合方法制备的，其中至少一部分硬质热塑性相是通过与存在于弹性体相中的不饱和位反应而化学连接，即“接枝”到弹性体相上的。弹性体相中的不饱和位是例如由衍生自共轭二烯的重复单元中的

残余不饱和位或由衍生自接枝连接单体的重复单元中残余的不饱和位提供的。

在优选的实施方案中，至少一部分硬质热塑性相是在弹性体相和聚合引发剂体系如热或氧化还原引发剂体系存在下通过水性乳液或水性悬浮聚合制备的。

在选择性的优选实施方案中，至少一部分热塑性相是通过本体聚合方法制备的，其中形成弹性体相的材料颗粒分散在形成硬质热塑性相的单体混合物中，并且随后聚合混合物单体形成橡胶改性的热塑性树脂。

在硬质热塑性相和弹性体相之间发生接枝的量随弹性体相的相对量和组成而变化。在优选的实施方案中，10-90 wt%，优选30-80 wt%，更优选65-80 wt%的硬质热塑性相化学接枝到弹性体相上并且10-90 wt%，优选20-70 wt%，更优选20-35 wt%的硬质热塑性相保持“自由”，即未接枝。

橡胶改性的热塑性树脂的硬质热塑性相可通过下列过程形成：(i) 仅通过在弹性体相存在下进行聚合或(ii) 向在弹性体相存在下已聚合的硬质热塑性聚合物中加入一种或多种单独聚合的硬质热塑性聚合物。在优选的实施方案中，每100 pbw本发明的热塑性树脂组合物中加入小于10 pbw，更优选小于5 pbw的单独聚合的硬质热塑性聚合物。最优选不向本发明的热塑性树脂组合物中加入单独聚合的硬质热塑性聚合物。

在优选的实施方案中，橡胶改性的热塑性树脂包括一个弹性体相，该弹性体相包括一种具有衍生自一种或多种共轭二烯单体的重复单元的聚合物并且任选另外包括衍生自一种或多种选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的单体的重复单元；而硬质热塑性相包括一种聚合物，其具有衍生自一种或多种选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的单体的重复单元。

橡胶改性的热塑性树脂的弹性体相和硬质热塑性树脂相的每种聚合物均可任选包括最多10 wt%第三种衍生自一种或多种其它可共聚单体的重复单元，只要各相的T_g极值能令人满意，所述可共聚单体为例如单烯属不饱和羧酸如丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸；(甲基)丙烯酸羟基(C₁-C₁₂)烷基酯单体如甲基丙烯酸羟乙酯；(甲基)丙烯酸

(C₄-C₁₂) 环烷基酯单体如甲基丙烯酸环己基酯; (甲基)丙烯酸酯单体如丙烯酸和甲基丙烯酸; 马来酰亚胺单体如 N-烷基马来酰亚胺、N-芳基马来酰亚胺、马来酸酐、乙烯基酯如乙酸乙烯酯和丙酸乙烯酯。此处所用术语“(C₄-C₁₂) 环烷基”是指每个基团中含有 4-12 个碳原子的环烷基取代基团而术语“(甲基)丙烯酸酯”共同指丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。

热塑性聚合物

适于用作本发明组合物的热塑性聚合物的聚合物可以是上述适于用作硬质热塑性相的任何聚合物及其混合物。

在优选的实施方案中, 热塑性聚合物包括选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体及其混合物的共聚物。在更优选的实施方案中, 热塑性聚合物包括衍生自两个或多个选自苯乙烯、 α -甲基苯乙烯和丙烯腈的单体的共聚物。

氟代聚合物添加剂

适宜的氟代聚合物及用于制备这种氟代聚合物的方法是已知的, 例如见美国专利 3,671,487, 3,723,373 和 3,383,092。适宜的氟代聚合物包括含有衍生自一种或多种氟代烯烃单体的重复单元的均聚物和共聚物。术语“氟代烯烃单体”是指包括至少一个氟原子取代基的烯烃单体。适宜的氟代烯烃单体包括例如氟代乙烯如 CF₂=CF₂, CHF=CF₂, CH₂=CF₂, CH₂=CHF, CClF=CF₂, CCl₂=CF₂, CClF=CClF, CHF=CCl₂, CH₂=CClF 和 CCl₂=CClF 及氟代丙烯如 CF₃CF=CF₂, CF₃CF=CHF, CF₃CH=CF₂, CF₃CH=CH₂, CF₃CF=CHF, CHF₂CH=CHF 和 CF₃CH=CH₂。在优选的实施方案中, 氟代烯烃单体为一种或多种四氟乙烯(CF₂=CF₂)、氟代三氟乙烯(CClF=CF₂)、1,1-二氟乙烯(CH₂=CF₂)和六氟丙烯(CF₂=CFCF₃)。

适宜的氟代烯烃均聚物包括例如聚(四氟乙烯)、聚(六氟丙烯)。

适宜的氟代烯烃共聚物包括包含衍生自两种或多种氟代烯烃共聚物的重复单元的共聚物如聚(四氟乙烯-六氟丙烯), 和包含衍生自一种或多种氟代单体及一种或多种可与氟代单体共聚的非氟代单烯属不饱和单体的重复单元的共聚物如聚(四氟乙烯-乙烯-丙烯)共聚物。适宜的非氟代单烯属不饱和单体包括例如烯烃单体如乙烯、丙烯、丁烯, 丙烯酸酯单体如甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯, 乙烯基醚

如环己基乙烯基醚、乙基乙烯基醚、正丁基乙烯基醚，乙烯基酯如乙酸乙烯酯、乙烯基带支链烷烃羧酸酯。

在高度优选的实施方案中，氟代聚合物为聚(四氟乙烯)均聚物(“PTFE”)。

- 5 在优选的实施方案中，氟代聚合物是以氟代聚合物添加剂的形式加入到橡胶改性的热塑性树脂中的，所述添加剂包括包裹在第二种聚合物中的氟代聚合物颗粒。

在优选的实施方案中，氟代聚合物添加剂包括 30-70 wt%，更优选 40-60 wt% 氟代聚合物和 30-70 wt%，更优选 40-60 wt% 第二种聚合物。

氟代聚合物添加剂是通过混合氟代聚合物颗粒的水分散体形式的氟代聚合物和第二种聚合物、沉淀混合的氟代聚合物颗粒和第二种聚合物并随后干燥沉淀形成氟代聚合物添加剂而制备的。在优选的实施方案中，由电子显微镜测量的氟代聚合物颗粒的尺寸范围为 50-500 15 纳米(“nm”)。

在优选的实施方案中，氟代聚合物添加剂是通过在本发明的水性氟代聚合物分散体存在下乳液聚合一种或多种单烯属不饱和单体以在氟代聚合物存在下形成第二种聚合物而制备的。适宜的单烯属不饱和单体在上面已公开。随后将乳液沉淀，例如通过加入硫酸。将沉淀 20 脱水，例如通过离心，并随后干燥形成包括氟代聚合物和相关的第二种聚合物的氟代聚合物添加剂。干燥的乳液聚合的氟代聚合物添加剂是自由流动的粉末形式。

在优选的实施方案中，被乳液聚合形成第二种聚合物的单烯属不饱和单体包括一种或多种选自乙烯基芳族单体、单烯属不饱和腈单体 25 和(甲基)丙烯酸(C₁-C₁₂)烷基酯单体的单体。

在高度优选的实施方案中，第二种聚合物包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的重复单元。更优选第二种聚合物包括 60-90 wt% 衍生自苯乙烯的重复单元和 10-40 wt% 衍生自丙烯腈的重复单元。

乳液聚合反应混合物可任选包括第三种聚合物的乳化或分散颗粒，例如乳化的丁二烯橡胶胶乳。 30

乳液聚合反应是使用常规自由基引发剂例如有机过氧化物化合物如过氧化苯甲酰、过硫酸盐化合物如过硫酸钾、偶氮腈化合物如

2, 2'-偶氮二-2, 3, 3-三甲基丁腈或氧化还原引发剂体系如氢过氧化枯烯、硫酸亚铁、焦磷酸四钠和还原糖或甲醛化次硫酸钠的混合物引发的。

在聚合反应期间可任选向反应容器中加入链转移试剂例如 (C₉-C₁₃) 烷基硫醇化合物如壬基硫醇、叔十二烷基硫醇以降低第二种聚合物的分子量。在优选的实施方案中，不使用链转移试剂。

在优选的实施方案中，将被稳定的氯代聚合物分散体加入到反应容器中并加热搅拌。随后向反应容器中加入引发剂体系和一种或多种单烯属不饱和单体并加热以在分散体的氯代聚合物颗粒存在下聚合单体，由此形成第二种聚合物。

适宜的氯代聚合物添加剂和乳液聚合方法公开于 EP 0 739 914 A1。

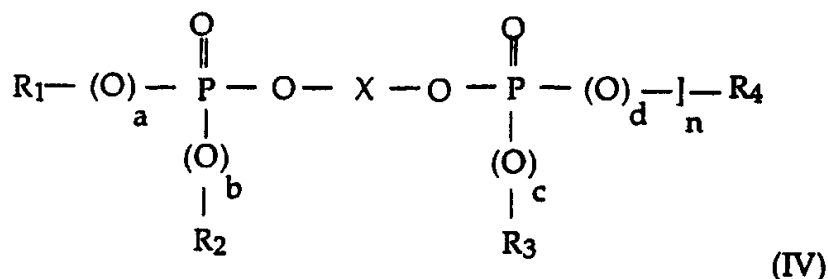
在优选的实施方案中，第二种聚合物显示的重均分子量 ("M_w") 为 $75 \times 10^3 - 800 \times 10^3$ ，数均分子量 ("M_n") 为 $30 \times 10^3 - 200 \times 10^3$ ，而多分散性 (M_w/M_n) 小于或等于 6。

含磷阻燃化合物

适于用作本发明含磷阻燃化合物的含磷化合物是已知的化合物，包括单磷酸酯例如磷酸三苯酯、磷酸三甲苯酯、磷酸三甲酚酯、磷酸二苯基三甲苯基酯、酯苯基二(十二烷基)磷酸、磷酸乙基二苯基酯、以及二磷酸酯和低聚磷酸酯例如二磷酸间苯二酚酯、二苯基磷酸氢盐、双酚 A 二磷酸酯、2-乙基己基磷酸氢盐。适宜的低聚磷酸酯化合物列于共同转让的 Johannes C. Gossens 等的美国专利 5,672,645

"含有芳族聚碳酸酯、含有苯乙烯共聚物和/或接枝共聚物及阻燃剂的聚合物混合物及由其形成的制品" 中，在此引入其公开内容作为参考。

在优选的实施方案中，本发明的含磷化合物为根据结构式 (IV) 的低聚化合物：



其中 R_1 , R_2 , R_3 和 R_4 各自独立地为芳基, 该芳基可任选被卤素或烷基取代,

X 为亚芳基, 任选被卤素或烷基取代,

a , b , c 和 d 各自独立地为 0 或 1, 并且

5 n 为 1-5 的整数。

此处所用芳基是指每个基团中含有一个或多个芳环的单价基团, 可任选在一个或多个芳环上被一个或多个烷基基团取代, 每个烷基基团优选为 (C_1 - C_6) 烷基, 并且在该基团含有两个或多个环的情况下可以稠合成环。

10 此处所用亚芳基是指每个基团中含有一个或多个芳环的二价基团, 可任选在一个或多个芳环上被一个或多个烷基基团取代, 每个烷基基团优选为 (C_1 - C_6) 烷基, 并且在该二价基团含有两个或多个环的情况下, 环可以稠合或通过非芳族键如亚烷基、亚烯基连接在一起, 任意一个环可在芳环的一个或多个位置上被卤素或 (C_1 - C_6) 烷基基团取代。

15 在优选的实施方案中, X 为衍生自间苯二酚或氢醌的残基。

在优选的实施方案中, R_1 , R_2 , R_3 和 R_4 每个都为苯基, a , b , c 和 d 每个都为 1, X 为亚苯基而 n 为 2 或者其中含磷酸酯化合物为 n 的平均值为 1-2, 更优选为 1.2-1.7 的含磷低聚物的共混物。

20 金属颗粒

此处所提及的由本发明组合物模塑的制品的外观及本发明组合物的外观改性添加剂的颜色和光反射性能为在使用诸如由阳光或由 D65 (6500°K) 光源提供的“日光”照明的可视测量中所显示者。

25 适于用作本发明组合物金属颗粒组分的颗粒为具有能反射入射光线的金属外表面并且在所参与的加工和实际使用条件下在热塑性树脂组合物中是惰性的颗粒, 包括例如铝、青铜、铜、铜-锌、锌、锡、镍、金、银和不锈钢颜料及其混合物。在底物上负载有反射金属

涂层的颗粒也适于用作金属颗粒。这种金属颗粒显示出“闪闪发光”的外观，其中金属颗粒的表面将入射光反射成明亮闪光的反射光。

金属颗粒可包括具有各种形态的颗粒，例如球形颗粒、不规则形状颗粒、薄片即压扁的颗粒或其混合物。在优选的实施方案中，金属颗粒包括平均“长径比”（即平均长度与直径的比值）小于约 1:1.2 的颗粒。在高度优选的实施方案中，至少一部分金属颗粒为薄片形式。

在优选的实施方案中，金属颗粒的平均粒度为约 0.05-约 5 mm，更优选为约 0.05-约 4 mm。在更高度优选的实施方案中，金属颗粒包括平均粒度为约 0.05-约 0.2 mm，更优选为约 0.1-约 0.2 mm 的第一种金属颗粒和平均粒度大于约 0.2-约 4 mm，更优选大于约 0.2-约 1 mm 的第二种金属颗粒。

复合橡胶抗冲击改性剂

在优选的实施方案中，本发明组合物进一步包括一种复合橡胶抗冲击改性剂，该改性剂包括聚有机硅氧烷/聚(甲基)丙烯酸烷基酯复合橡胶底物和硬质热塑性上层 (superstrate)，至少一部分上层是与底物化学连接的。

在例如日本公开特许公报 64-79257 中所讨论的方法可用于制备这种硅橡胶抗冲击改性剂。

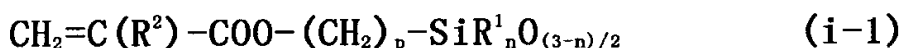
在优选的实施方案中，硅橡胶是通过乳液聚合制备的。优选首先制备聚有机硅氧烷橡胶的胶乳，并随后用聚有机硅氧烷橡胶胶乳的橡胶颗粒浸渍用于合成(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶的单体，其后聚合用于合成(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶的单体。

聚有机硅氧烷橡胶组分可例如通过使用有机硅氧烷和下面所列的交联剂 (i) 由乳液聚合而制备，并且在此也可同时使用接枝偶联剂 (i)。

有机硅氧烷的实例包括二甲基硅氧烷和其它线性有机硅氧烷。也可以使用各种环上有三个或多个单元，且优选三至六个单元的各种环状有机硅氧烷。实例包括六甲基环三硅氧烷、八甲基环四硅氧烷、十甲基环五硅氧烷、十二甲基环六硅氧烷、三甲基三苯基环三硅氧烷、四甲基四苯基环四硅氧烷、和八苯基环四硅氧烷。这些有机硅氧烷可单独使用或以两种或多种类型的混合物使用。它们的用量应该至少为聚有机硅氧烷橡胶组分的 50 wt%，且优选至少为 70 wt%。

交联剂(i)可以是三官能团或四官能团的硅烷基交联剂,如三甲氧基甲基硅烷、三乙氧基苯基硅烷、四甲氧基硅烷、四乙氧基硅烷、四正丙氧基硅烷和四丁氧基硅烷。四官能团交联剂是优选的,并且其中四乙氧基硅烷是特别优选的。交联剂本身可单独使用,或可共同使用两种或多种类型。交联剂的用量应该为聚有机硅氧烷橡胶组分的0.1-30 wt%。

能形成由下式表示的单元的化合物被用作接枝偶联剂(i):



或



其中在每一个上述结构式中:

R^1 为低级烷基基团,如甲基基团、乙基基团、或丙基基团、或苯基基团;

R^2 为氢原子或甲基基团;

n 为 0、1 或 2; 并且

p 为 1-6 的整数。

因为能够形成由上式(i-1)代表的单元的(甲基)丙烯酰氧基硅烷具有高度的接枝效率,因此可以形成更有效的接枝链,其优点是可显示出高的抗冲击性。甲基丙烯酰氧基硅烷是特别优选的能够形成由式(i-1)代表的单元的化合物。甲基丙烯酰氧基硅烷的具体实例包括 β -甲基丙烯酰氧基乙基二甲氧基甲基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基甲氧基二甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基二甲氧基甲基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基乙氧基二乙基硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基二乙氧基甲基硅烷、和 δ -甲基丙烯酰氧基丁基-二乙氧基甲基硅烷。它们中的一种本身可单独使用,或可共同使用两种或多种类型。交联剂的用量应该为聚有机硅氧烷橡胶组分的0-10 wt%。

这种聚有机硅氧烷橡胶组分的胶乳可通过使用美国专利2,891,920和3,294,725所讨论的方法之一制备。在本发明的实施方案中,一种优选的制备方法是使用均化器等在基于磺酸如烷基磺酸的乳化剂存在下使有机硅氧烷、交联剂(i)及如果需要的接枝偶联剂(i)

的混合溶液与水剪切共混。烷基苯磺酸是优选的，因为它可以作为有机硅氧烷的乳化剂，同时可作为聚合引发剂。在此同时使用烷基苯磺酸的金属盐、烷基磺酸的金属盐等是有利的，因为它具有在接枝聚合期间保持聚合物稳定的作用。

- 5 构成上述复合橡胶一部分的聚(甲基)丙烯酸烷基酯可通过使用下面所列的(甲基)丙烯酸烷基酯、交联剂(ii)和接枝偶联剂(ii)来合成。

适宜的(甲基)丙烯酸烷基酯包括以上所讨论的(甲基)丙烯酸(C_1 - C_{12})烷基酯单体。使用丙烯酸正丁酯是特别优选的。

- 10 交联剂(ii)的实例包括二甲基丙烯酸乙二醇酯、二甲基丙烯酸丙二醇酯、二甲基丙烯酸 1,3-丁二醇酯和二甲基丙烯酸 1,4-丁二醇酯。

接枝偶联剂(ii)的实例包括甲基丙烯酸烯丙基酯、氰脲酸三烯丙基酯和异氰脲酸三烯丙基酯。

- 15 甲基丙烯酸烯丙基酯也可用作交联剂。这些交联剂和接枝偶联剂可单独使用，或可共同使用两种或多种类型。这些交联剂和接枝偶联剂的混合用量为聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分的 0.1-20 wt%。

- 20 聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分的聚合是通过下列步骤完成的：向聚有机硅氧烷橡胶组分的胶乳中加入上述(甲基)丙烯酸烷基酯、交联剂和接枝偶联剂，聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分已通过加入碱如氢氧化钠、氢氧化钾或碳酸钠的水溶液而被中和；在用聚有机硅氧烷橡胶颗粒浸渍这些组分后使普通自由基聚合引发剂对这些组分发生作用。随着聚合进行，形成了被聚有机硅氧烷橡胶的交联网络缠绕的聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶的交联网络，因此两种网络基本是不可分离的。这就得到聚有机硅氧烷橡胶组分和聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分的复合橡胶胶乳。在本发明的实施方案中，优选使用具有
- 25 下列重复单元的复合橡胶：在其中一种重复单元中聚有机硅氧烷橡胶组分的主骨架为二甲基硅氧烷而在另一种重复单元中聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分的主骨架为丙烯酸正丁酯。

- 30 可用乙烯基单体接枝共聚以这种方式由乳液聚合制备的复合橡胶。当在 90℃ 用甲苯提取该复合橡胶 12 小时后，凝胶含量应该至少为 80 wt%。

为了获得阻燃性、抗冲击性、外观之间的良好平衡，聚有机硅氧

烷橡胶组分和聚(甲基)丙烯酸烷基酯橡胶组分的比例对于前者应为 3-90 wt% 而对于后者应为 10-97 wt%, 复合橡胶的平均颗粒直径应为 0.08-0.6 μm 。

与上述复合橡胶接枝聚合的乙烯基单体的实例包括苯乙烯、 α -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯、及其它芳族链烯基化合物; 甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸 2-乙基己基酯、及其它甲基丙烯酸酯; 丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、及其它丙烯酸酯; 丙烯腈、甲基丙烯腈、及其它乙烯基氰化物化合物; 以及各种其它乙烯基单体。它们可以单独使用或以两种或多种类型的混合物使用。特别优选的乙烯基单体为甲基丙烯酸甲酯。乙烯基单体应相对每 30-95 wt% 上述复合橡胶以 5-70 wt% 的比例包含于其中。

通过下列步骤可将复合橡胶基接枝共聚物分离并回收: 向上述复合橡胶胶乳中加入上述乙烯基单体, 通过自由基聚合技术以一步或多步聚合该体系, 并将由此得到的复合橡胶基接枝共聚物胶乳倒入到溶有氯化钙、硫酸镁或另一种这类金属盐的热水中, 由此盐析出共聚物并将其固化。

适宜的复合橡胶基接枝共聚物胶乳由 Mitsubishi Rayon 以 Metablen S-2001 出售。

其它添加剂

本发明的热塑性树脂组合物还可任选包括各种常规添加剂, 如:

- (1) 抗氧剂, 例如有机亚磷酸酯, 如亚磷酸三(壬基苯基)酯、亚磷酸(2, 4, 6-三叔丁基苯基)(2-丁基-2-乙基-1, 3-丙二醇)酯、二亚磷酸二(2, 4-二叔丁基苯基)季戊四醇酯或亚磷酸二硬脂基季戊四醇二酯、及烷基化单酚、多酚、多酚与二烯的烷基化反应产物如对甲酚和二环戊二烯的丁基化反应产物、烷基化氢醌、羟基化硫代二苯基醚、亚烷基双酚、苄基化合物、酰基氨基苯酚、 β -(3, 5-二叔丁基-4-羟基苯酚)丙酸与单羟基或多羟基醇的酯、 β -(5-叔丁基-4-羟基-3-甲基苯基)丙酸与单羟基或多羟基醇的酯、硫代烷基或硫代芳基化合物的酯, 如二硬脂基硫代丙酸酯、二月桂基硫代丙酸酯、二(十三烷基)硫代二丙酸酯、 β -(3, 5-二叔丁基-4-羟基苯酚)丙酸的酰胺;
- (2) 紫外吸收剂和光稳定剂, 例如 (i) 2-(2'-羟基苯基)苯并三唑、2-羟基二苯酮; (ii) 取代和未取代苯甲酸的酯; (iii) 丙烯酸酯; (iv) 镍化合物; (3)

金属去活化剂，例如 N,N'-二苯基乙二酰胺、3-水杨酰氨基-1,2,4-三唑；(4)过氧化物捕捉剂，例如 β -硫代二丙酸的(C₁₀-C₂₀)烷基酯、巯基苯并咪唑；(5)聚酰胺稳定剂；(6)碱性共稳定剂，例如蜜胺、聚乙烯基吡咯烷酮、氰脲酸三烯丙基酯；脲衍生物、胍衍生物；胺、聚酰胺、聚氨酯；(7)立构受阻胺，例如三异丙醇胺或2,4-二氯-6-(4-吗啉基)-1,3,5-三嗪与1,6-二胺、N,N'-二(2,2,4,6-四甲基-4-吡啶基)己烷的聚合物的反应产物；(8)中和剂，例如硬脂酸镁、氧化镁、氧化锌、硬脂酸锌、水滑石；(9)填料和增强剂，例如硅酸盐、TiO₂、玻璃纤维、炭黑、石墨、碳酸钙、滑石粉、云母；(10)其它添加剂，例如润滑剂如季戊四醇四硬脂酸酯、EBS 蜡、硅酮油、增塑剂、光学光亮剂、颜料、染料、着色剂、阻燃剂；抗静电剂；发泡剂；以及(11)除了上述含磷阻燃添加剂外的其它阻燃添加剂，例如硼酸盐阻燃化合物。

本发明的热塑性树脂组合物是通过在适于形成各组分共混物的条件下组合并混合本发明组合物的各组分而制备的，例如通过使用例如双辊塑炼机、班伯里混炼机或单螺杆或双螺杆挤塑机熔融共混，随后任选例如通过造粒或研磨组合物将这样形成的组合物减小成微粒形式。

本发明的热塑性树脂组合物可通过各种方法如注塑、挤塑、滚塑、吹塑及热成型方法模塑成有用的成型制品以形成诸如电脑和商用机器外壳、家用器具等制品。

实施例 1-2 和对比例 C1-C3

用于本发明实施例 1-2 和对比例 C1-C3 的热塑性树脂组合物中的各组分如下：

PC: 衍生自双酚 A、光气的聚碳酸酯树脂，重均分子量为约 27,000 g/mol。

ABS: 乳液聚合的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯("ABS")接枝共聚物，包括 50 pbw 不连续弹性体相(丁二烯)和 50 pbw 硬质热塑性相(75 pbw 苯乙烯和 25 pbw 丙烯腈的共聚物)，其中约 70 wt% 的硬质热塑性相被接枝到弹性体相上而约 30 wt% 未接枝到弹性体相上。

SAN: 75 pbw 苯乙烯和 25 pbw 丙烯腈的共聚物。

TSAN: 通过在 PTFE (50 wt% PTFE, 50 wt% 苯乙烯-丙烯腈共聚

物)水性分散体存在下共聚苯乙烯和丙烯腈得到的添加剂。

RDP: 间苯二酚二磷酸酯(来自 FMC 公司的 Rheofos RDP)。

Si-IM: 复合橡胶抗冲击改性剂(来自 Mitsubishi Rayon Co., Ltd. 的 Metablen S2001)。

5 Al 箔: 铝箔颗粒(来自 Silberline 的 Silvet ET2263)。

通过在双螺杆挤塑机中以表 I 中所列的相对量(pbw)混合上面所列的组分制备各组合物。然后在 235℃ 将组合物注塑到 60℃ 的模具中形成试验用样品。

10 根据下列方法测试样品: 通过目视检验测定金属外观; 根据 UL94 V-0 在 1.6 mm 测定阻燃性; 根据 ISO 6603/2 在“最大力”下于 23℃ 测定落锤冲击性能; 根据 ISO527 测定拉伸模量; 根据 ISO 1133 在 260℃ 使用 2.16 kg 重量测定熔体体积流动速率(“MVR”); 并根据 ISO 306 测定维卡 B 软化温度。

15 实施例 1 和对比例 C1-C2 各组合物的试验结果列于表 I 中: 金属外观用“是”或“否”表示, UL 94 V-0 级别表示为“通过”或“失败”, 落锤性能以牛顿(“N”)表示, 拉伸模量以兆帕斯卡(“MPa”)表示, 熔体体积流动速率(“MVR”)以毫升每 10 分钟(“ml/10 min”)表示, 而维卡 B 温度以℃表示。实施例 1 和对比例 C1-C2 各组合物的试验结果列于下表 I 中。

表 I

	C1	C2	1
PC	69.17	67.17	69.71
SAN	8	8	9
RDP	10.5	10.5	9.5
ABS	10	10	6.5
T-SAN	0.45	0.45	0.5
Si-IM	—	—	1.0
添加剂和着色剂	1.79	1.88	1.88
铝箔	—	2	2
性能			
金属外观	否	是	是
UL94 V-0	通过	失败	通过
落锤 (N)	9200	8400	8700
拉伸模量(MPa)	2670	2890	2860
MVR (ml/10 min)	13.1	11.7	10.4
维卡B (℃)	101	102	106

本发明组合物显示出金属外观和良好的物理性能，并且出人意料地提供了良好的阻燃性能。