

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02826840.7

[51] Int. Cl.

C08L 83/10 (2006.01)

C08L 69/00 (2006.01)

C08K 3/38 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 1 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100451071C

[22] 申请日 2002.10.29 [21] 申请号 02826840.7
[30] 优先权
[32] 2001.11.12 [33] US [31] 10/015,049
[86] 国际申请 PCT/US2002/034785 2002.10.29
[87] 国际公布 WO2003/042305 英 2003.5.22
[85] 进入国家阶段日期 2004.7.6
[73] 专利权人 沙伯基础创新塑料知识产权有限公司
地址 荷兰贝亨奥普佐姆
[72] 发明人 托马斯·米巴赫 约翰·R·坎贝尔
莫妮卡·M·马鲁甘
托马斯·A·埃布林
[56] 参考文献
US5530083A 1996.6.25
US5266618A 1993.11.30

审查员 谢志赞

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 宋 莉 贾静环

权利要求书 9 页 说明书 31 页 附图 3 页

[54] 发明名称

阻燃树脂组合物和其制备方法

[57] 摘要

公开了一种阻燃树脂组合物, 包括(i)至少一种芳族聚碳酸酯, (ii)至少一种硅氧烷源, (iii)至少一种硼源, 和(iv)非必要地至少一种选自抗滴淌剂、不为聚碳酸酯树脂的第二种热塑性树脂和橡胶改性接枝共聚物的物质。还公开了一种制备所述组合物的方法。

1. 一种阻燃树脂组合物, 包括

(i)至少一种芳族聚碳酸酯, 其含量为 55 重量%-98 重量%;

(ii)至少一种硅氧烷源, 其含量为 0.1 重量%-10 重量%;

(iii)至少一种硼源, 其含量为 0.1 重量%-6 重量%; 和

(iv)非必要地, 至少一种选自抗滴淌剂、不为聚碳酸酯树脂的第二种热塑性树脂和橡胶改性接枝共聚物的物质;

且其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂和其中所述含量基于整个组合物的重量。

2. 权利要求 1 的组合物, 其中芳族聚碳酸酯包括衍生自至少一种二羟基酚的结构单元, 该二羟基酚选自 6-羟基-1-(4'-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茛满; 4,4'-(3,3,5-三甲基环己叉)二苯酚; 1,1-双(4-羟基-3-甲基苯基)环己烷; 2,2-双(4-羟基苯基)丙烷; 4,4-双(4-羟基苯基)庚烷; 2,2-双(4-羟基-3,5-二甲苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-甲基苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-乙苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-异丙基苯基)丙烷; 2,4'-二羟基二苯基甲烷; 双(2-羟基苯基)甲烷; 双(4-羟基-苯基)甲烷; 双(4-羟基-5-硝基苯基)甲烷; 双(4-羟基-2,6-二甲基-3-甲氧基苯基)甲烷; 1,1-双(4-羟基苯基)乙烷; 1,1-双(4-羟基-2-氯苯基)乙烷; 2,2-双(3-苯基-4-羟基苯基)-丙烷; 双(4-羟基苯基)环己基甲烷; 2,2-双(4-羟基苯基)-1-苯基丙烷; 3,5,3',5'-四氯-4,4'-二羟基苯基)丙烷; 2,4'-二羟基苯基砜; 2,6-二羟基萘; 6,6'-二羟基-3,3,3',3'-四甲基-1,1'-螺双茛满; 氢醌, 间苯二酚; C₁₋₃烷基-取代的间苯二酚; 3-(4-羟基苯基)-1,1,3-三甲基茛满-5-醇和 1-(4-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茛满-5-醇。

3. 权利要求 2 的组合物, 其中二羟基酚包括双酚 A。

4. 权利要求 1 的组合物, 其中硅氧烷源包括至少一种选自如下的物质: 包括硅氧烷结构单元与来自第二不含硅聚合物的结构单元组合的共聚物; 羟基封端的聚(二有机硅氧烷); 和包括至少一个硅原子、至少一个芳族部分和至少一个羟基的具有分子量低于 500 的非聚合物分子。

5. 权利要求 4 的组合物, 其中硅氧烷源包括具有聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯的结构单元组合的共聚物。

6. 权利要求 4 的组合物, 其中硅氧烷源为包括聚(二甲基硅氧烷)结构单元的羟基封端聚合物。

7. 权利要求 4 的组合物, 其中硅氧烷源的存在量为 0.2 重量%至 6 重量%, 按整个组合物的重量计。

8. 权利要求 1 的组合物, 其中硼源为选自硼酸、氧化硼和磷酸硼的至少一种物质。

9. 权利要求 8 的组合物, 其中硼源的存在量为 0.2 重量%至 6 重量%, 按整个组合物的重量计。

10. 权利要求 1 的组合物, 还包括至少一种抗滴淌剂。

11. 权利要求 10 的组合物, 其中抗滴淌剂包括至少一种氟聚合物。

12. 权利要求 11 的组合物, 其中氟聚合物的存在量为 0.01 重量%至 2 重量%, 按整个组合物的重量计。

13. 权利要求 11 的组合物, 其中氟聚合物包括聚四氟乙烯。

14. 权利要求 11 的组合物, 其中氟聚合物以在组合物的至少一种其它树脂组分中的浓缩物形式加入组合物中。

15. 权利要求 1 的组合物, 进一步包括至少一种不为聚碳酸酯树脂的第二热塑性树脂, 该树脂显示 T_g 大于 25°C 。

16. 权利要求 15 的组合物, 其中第二热塑性树脂包括衍生自选自乙烯基芳族单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ 烷基酯单体的结构单元。

17. 权利要求 16 的组合物, 其中第二热塑性树脂包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的结构单元。

18. 权利要求 15 的组合物, 其中第二热塑性树脂的存在量为 0.1 重量%至 35 重量%, 按整个组合物的重量计。

19. 权利要求 1 的组合物, 还包括至少一种含分散于连续硬热塑性树脂相中的不连续橡胶相的橡胶改性接枝共聚物, 其中至少部分硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

20. 权利要求 19 的组合物, 其中橡胶相具有玻璃转化温度低于或等于 25°C 。

21. 权利要求 20 的组合物, 其中橡胶包括衍生自 1,3-丁二烯、异戊二烯或丙烯酸丁酯中至少一种的结构单元。

22. 权利要求 19 的组合物, 其中硬热塑性树脂具有玻璃转化温度大于 25°C , 并且 10 至 90 重量%硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

23. 权利要求 19 的组合物, 其中橡胶相包括聚丁二烯橡胶、聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶、聚(丙烯酸丁酯)橡胶或乙烯-丙烯-二烯烃改性橡胶, 且硬热塑性树脂相包括苯乙烯-丙烯腈共聚物。

24. 权利要求 19 的组合物, 其中橡胶改性接枝共聚物的存在量为 0.1 重量%至 35 重量%, 按整个组合物的重量计。

25. 权利要求 1 的组合物, 还包括至少一种第二热塑性树脂和至少一种橡胶改性接枝共聚物, 其中第二热塑性树脂显示 T_g 大于 25°C 并且不为聚碳酸酯树脂; 其中橡胶改性接枝共聚物包括分散在连续硬热塑性树脂相中的不连续橡胶相, 其中至少部分硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

26. 权利要求 25 的组合物, 其中第二热塑性树脂包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的结构单元; 且橡胶改性接枝共聚物橡胶相包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶, 硬热塑性树脂相包括苯乙烯-丙烯腈共聚物。

27. 权利要求 1 的组合物, 还包括至少一种含至少两个羟基的多官能醇。

28. 权利要求 27 的组合物, 其中多官能醇选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖、葡萄糖、季戊四醇、环糊精、蔗糖、半乳糖、麦芽糖、核糖、和木糖醇。

29. 权利要求 27 的组合物, 其中多官能醇的存在量为 0.1 重量%至 10 重量%, 按整个组合物的重量计。

30. 一种阻燃树脂组合物, 包括(i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 88 重量%至 98 重量%; (ii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); (iii)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂和其中所有量基于组合物的总重量。

31. 权利要求 30 的组合物, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

32. 一种阻燃树脂组合物, 包括: (i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 65 重量%至 84 重量%; (ii)苯乙烯-丙烯腈共聚物, 其存在量为 10 重量%至 18 重量%; (iii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); 和(iv)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所述组合物不包含含有机

磷的阻燃添加剂和其中所有量基于组合物的总重量。

33. 权利要求 32 的组合物, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

34. 权利要求 32 的组合物, 还包括至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%, 按整个组合物的重量计, 并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

35. 权利要求 32 的组合物, 还包括(a)聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计; (b)至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%, 按整个组合物的重量计, 并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

36. 一种阻燃树脂组合物, 包括: (i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 65 重量%至 84 重量%; (ii)橡胶改性接枝共聚物, 其存在量为 2 重量%至 14 重量%, 并包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶、和苯乙烯-丙烯腈共聚物; (iii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); 和(iv)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂和其中所有量基于组合物的总重量。

37. 权利要求 36 的组合物, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

38. 权利要求的 36 组合物, 还包括至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%, 按整个组合物的重量计, 并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

39. 一种阻燃树脂组合物, 包括: (i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 65 重量%至 84 重量%; (ii)苯乙烯-丙烯腈共聚物, 其存在量为 10 重量%至 18 重量%; (iii)橡胶改性接枝共聚物, 其存在量为 2 重量%至 14 重量%, 并包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶、和苯乙烯-丙烯腈共聚物; (iv)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%; 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); 和(v)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂和

其中所有量基于组合物的总重量。

40. 权利要求 39 的组合物，还包括聚四氟乙烯，其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%，按整个组合物的重量计。

41. 权利要求 39 的组合物，还包括至少一种多官能醇，其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%，按整个组合物的重量计，并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

42. 一种制备阻燃树脂组合物的方法，该树脂组合物包括：i)至少一种芳族聚碳酸酯，其含量为 55 重量%-98 重量%；(ii)至少一种硅氧烷源，其含量为 0.1 重量%-10 重量%；(iii)至少一种硼源，其含量为 0.1 重量%-6 重量%；和

(iv)非必要地，至少一种选自抗滴淌剂、不为聚碳酸酯树脂的第二种热塑性树脂和橡胶改性接枝共聚物的物质；其中所有含量基于整个组合物的重量和其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂，该方法包括将组合物的组分在适合形成各组分共混物的条件下结合并混合，然后将如此形成的组合物非必要地分解为颗粒形式。

43. 权利要求 42 的方法，其中芳族聚碳酸酯包括衍生自至少一种二羟基酚的结构单元，该二羟基酚选自 6-羟基-1-(4'-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茛满；4,4'-(3,3,5-三甲基环己叉)二苯酚；1,1-双(4-羟基-3-甲基苯基)环己烷；2,2-双(4-羟基苯基)丙烷；4,4-双(4-羟基苯基)庚烷；2,2-双(4-羟基-3,5-二甲苯基)丙烷；2,2-双(4-羟基-3-甲基苯基)丙烷；2,2-双(4-羟基-3-乙苯基)丙烷；2,2-双(4-羟基-3-异丙基苯基)丙烷；2,4'-二羟基二苯基甲烷；双(2-羟基苯基)甲烷；双(4-羟基-苯基)甲烷；双(4-羟基-5-硝基苯基)甲烷；双(4-羟基-2,6-二甲基-3-甲氧基苯基)甲烷；1,1-双(4-羟基苯基)乙烷；1,1-双(4-羟基-2-氯苯基)乙烷；2,2-双(3-苯基-4-羟基苯基)-丙烷；双(4-羟基苯基)环己基甲烷；2,2-双(4-羟基苯基)-1-苯基丙烷；3,5,3',5'-四氯-4,4'-二羟基苯基)丙烷；2,4'-二羟基苯基砒；2,6-二羟基萘；6,6'-二羟基-3,3,3',3'-四甲基-1,1'-螺双茛满；氢醌，间苯二酚；C₁₋₃烷基-取代的间苯二酚；3-(4-羟基苯基)-1,1,3-三甲基茛满-5-醇和 1-(4-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茛满-5-醇。

44. 权利要求 43 的方法，其中二羟基酚包括双酚 A。

45. 权利要求 42 的方法，其中硅氧烷源包括至少一种选自如下的物质：包括硅氧烷结构单元与来自第二不含硅聚合物的结构单元组合的共聚物；羟基封端的聚(二有机硅氧烷)；和包括至少一个硅原子、至少一个芳族部分和

至少一个羟基的具有分子量低于 500 的非聚合物分子。

46. 权利要求 45 的方法, 其中硅氧烷源包括具有聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯的结构单元组合的共聚物。

47. 权利要求 45 的方法, 其中硅氧烷源为包括聚(二甲基硅氧烷)结构单元的羟基封端聚合物。

48. 权利要求 45 的方法, 其中硅氧烷源的存在量为 0.2 重量%至 6 重量%, 按整个组合物的重量计。

49. 权利要求 42 的方法, 其中硼源为选自硼酸、氧化硼和磷酸硼的至少一种物质。

50. 权利要求 49 的方法, 其中硼源的存在量为 0.2 重量%至 6 重量%, 按整个组合物的重量计。

51. 权利要求 42 的方法, 还包括至少一种抗滴淌剂。

52. 权利要求 51 的方法, 其中抗滴淌剂包括至少一种氟聚合物。

53. 权利要求 52 的方法, 其中氟聚合物的存在量为 0.01 重量%至 2 重量%, 按整个组合物的重量计。

54. 权利要求 50 的方法, 其中氟聚合物包括聚四氟乙烯。

55. 权利要求 50 的方法, 其中氟聚合物以在组合物的至少一种其它树脂组分中的浓缩物形式加入组合物中。

56. 权利要求 42 的方法, 进一步包括至少一种不为聚碳酸酯树脂的第二热塑性树脂, 该树脂显示 T_g 大于 25°C 。

57. 权利要求 56 的方法, 其中第二热塑性树脂包括衍生自选自乙烯基芳族单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ 烷基酯单体的结构单元。

58. 权利要求 57 的方法, 其中第二热塑性树脂包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的结构单元。

59. 权利要求 56 的方法, 其中第二热塑性树脂的存在量为 0.1 重量%至 35 重量%, 按整个组合物的重量计。

60. 权利要求 42 的方法, 还包括至少一种含分散于连续硬热塑性树脂相中的不连续橡胶相的橡胶改性接枝共聚物, 其中至少部分硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

61. 权利要求 60 的方法, 其中橡胶相具有玻璃转化温度低于或等于 25°C 。

62. 权利要求 61 的方法, 其中橡胶包括衍生自 1,3-丁二烯、异戊二烯或丙烯酸丁酯中至少一种的结构单元。

63. 权利要求 60 的方法, 其中硬热塑性树脂具有玻璃转化温度大于 25°C, 并且 10 至 90 重量%硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

64. 权利要求 60 的方法, 其中橡胶相包括聚丁二烯橡胶、聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶、聚(丙烯酸丁酯)橡胶或乙烯-丙烯-二烯烃改性橡胶, 且硬热塑性树脂相包括苯乙烯-丙烯腈共聚物。

65. 权利要求 60 的方法, 其中橡胶改性接枝共聚物的存在量为 0.1 重量%至 35 重量%, 按整个组合物的重量计。

66. 权利要求 42 的方法, 还包括至少一种第二热塑性树脂和至少一种橡胶改性接枝共聚物, 其中第二热塑性树脂显示 T_g 大于 25°C 并且不为聚碳酸酯树脂; 其中橡胶改性接枝共聚物包括分散在连续硬热塑性树脂相中的不连续橡胶相, 其中至少部分硬热塑性树脂相与橡胶相化学接枝。

67. 权利要求 66 的方法, 其中第二热塑性树脂包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的结构单元; 且橡胶改性接枝共聚物橡胶相包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶, 硬热塑性树脂相包括苯乙烯-丙烯腈共聚物。

68. 权利要求 42 的方法, 还包括至少一种含至少两个羟基的多官能醇。

69. 权利要求 68 的方法, 其中多官能醇选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖、葡萄糖、季戊四醇、环糊精、蔗糖、半乳糖、麦芽糖、核糖、和木糖醇。

70. 权利要求 68 的方法, 其中多官能醇的存在量为 0.1 重量%至 10 重量%, 按整个组合物的重量计。

71. 一种制备阻燃树脂组合物的方法, 包括(i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 88 重量%至 98 重量%; (ii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); (iii)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所有量基于组合物的总重量和其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂;

该方法包括将组合物的组分在适合形成各组分共混物的条件下结合并混合, 然后将如此形成的组合物非必要地分解为颗粒形式。

72. 权利要求 71 的方法, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

73. 一种制备阻燃树脂组合物的方法, 包括: (i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 65 重量%至 84 重量%; (ii)苯乙烯-丙烯腈共聚物, 其存在量为 10 重量%至 18 重量%; (iii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); (iv)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所有量基于组合物的总重量和其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂;

该方法包括将组合物的组分在适合形成各组分共混物的条件下结合并混合, 然后将如此形成的组合物非必要地分解为颗粒形式。

74. 权利要求 73 的方法, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

75. 权利要求 73 的方法, 还包括至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%, 按整个组合物的重量计, 并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

76. 权利要求 73 的方法, 还包括(a)聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计; (b)至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%, 按整个组合物的重量计, 并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

77. 一种制备阻燃树脂组合物的方法, 包括: (i)双酚 A 聚碳酸酯, 其存在量为 65 重量%至 84 重量%; (ii)橡胶改性接枝共聚物, 其存在量为 2 重量%至 14 重量%, 并包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶, 和苯乙烯-丙烯腈共聚物; (iii)至少一种硅氧烷源, 其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%, 并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷); 和(iv)至少一种硼源, 其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%, 并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼; 其中所有量基于组合物的总重量和其中所述组合物不包含含有机磷的阻燃添加剂;

该方法包括将组合物的组分在适合形成各组分共混物的条件下结合并混合, 然后将如此形成的组合物非必要地分解为颗粒形式。

78. 权利要求 77 的方法, 还包括聚四氟乙烯, 其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%, 按整个组合物的重量计。

79. 权利要求 77 的方法, 还包括至少一种多官能醇, 其存在量为 0.5 重

量%至 3.5 重量%，按整个组合物的重量计，并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

80.一种制备阻燃树脂组合物的方法，包括：(i)双酚 A 聚碳酸酯，其存在量为 65 重量%至 84 重量%；(ii)苯乙烯-丙烯腈共聚物，其存在量为 10 重量%至 18 重量%；(iii)橡胶改性接枝共聚物，其存在量为 2 重量%至 14 重量%，并包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶、和苯乙烯-丙烯腈共聚物；(iv)至少一种硅氧烷源，其存在量为 0.4 重量%至 3 重量%，并选自包括聚二甲基硅氧烷结构单元与双酚 A 聚碳酸酯结构单元结合的共聚物、和羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷)；和(v)至少一种硼源，其存在量为 0.2 重量%至 2 重量%，并选自硼酸、氧化硼和磷酸硼；其中所有量基于组合物的总重量和其中所述组合物不包含含有有机磷的阻燃添加剂；

该方法包括将组合物的组分在适合形成各组分共混物的条件下结合并混合，然后将如此形成的组合物非必要地分解为颗粒形式。

81. 权利要求 80 的方法，还包括聚四氟乙烯，其存在量为 0.1 重量%至 1 重量%，按整个组合物的重量计。

82. 权利要求 80 的方法，还包括至少一种多官能醇，其存在量为 0.5 重量%至 3.5 重量%，按整个组合物的重量计，并选自甘露糖醇、山梨糖醇、果糖和季戊四醇。

阻燃树脂组合物和其制备方法

技术领域

本发明涉及阻燃树脂组合物，包括至少一种芳族聚碳酸酯树脂，至少一种硅氧烷源、至少一种硼源，和非必要地至少一种选自抗滴淌剂、不为聚碳酸酯树脂的第二种热塑性树脂和橡胶改性接枝共聚物的物质。

背景技术

该方法通常使用据说带来潜在环境危险的卤化阻燃剂或对共混物的物理性能带来不利影响(例如因降低耐热性)的磷酸酯阻燃剂。需要一种消除或降低包括芳族聚碳酸酯的组合物中的卤化阻燃剂或磷酸酯阻燃剂，以获得良好阻燃性能而又不降低其它适宜性能的方法。Shaw 在共同拥有的 US 5,714,550 中公开阻燃聚酰胺-聚苯醚组合物，该组合物包括各种类型的聚硅氧烷化合物和至少一种硼化合物。还需要开发适用于包括聚碳酸酯的组合物的阻燃体系。

发明内容

本发明人已发现阻燃树脂组合物，该组合物包括(i)至少一种芳族聚碳酸酯，(ii)至少一种硅氧烷源，(iii)至少一种硼源，和(iv)非必要地至少一种选自抗滴淌剂、不为聚碳酸酯树脂的第二种热塑性树脂和橡胶改性接枝共聚物的物质。还公开了制备所述组合物的方法，本发明的各种其它特点、方面和优点将参考下面的描述和所附权利要求变得更显而易见。

附图说明

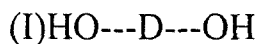
图 1 显示实施例 51 的组合物的热解质谱数据。

图 2 显示实施例 53 的组合物的热解质谱数据。

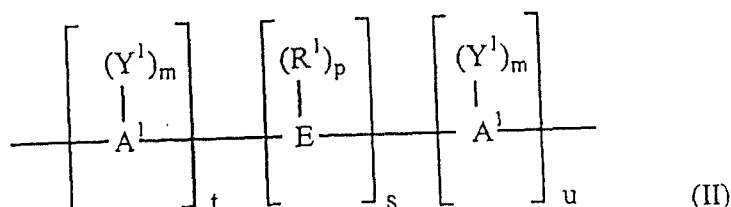
图 3 为 FOT2 与实施例 51-53 和比较例 51 的组合物中的各种硼氧化物含量图。

具体实施方式

本发明的树脂组合物包括至少一种芳族聚碳酸酯树脂。适用于本发明的芳族聚碳酸酯树脂包括衍生自至少一种二羟基酚和碳酸酯前体的结构单元。合适的二羟基份包括由如下通式(I)表示的那些：



其中 D 包括二价芳基。在各种实施方案中，D 具有如下结构通式(II)：



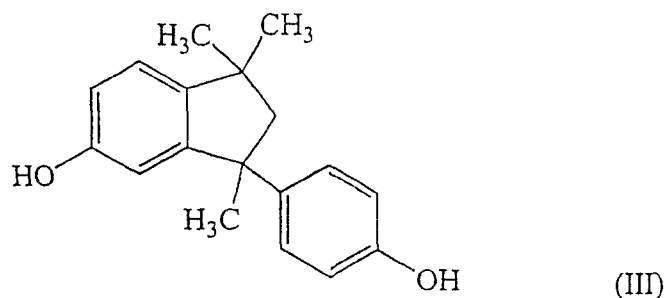
其中 A¹表示芳族基团如亚苯基、联亚苯基、亚萘基等。在一些实施方案中，E可为亚烷基或烷叉基，它们包括但不限于亚甲基、亚乙基、乙叉基、亚丙基、丙叉基、亚丁基、丁叉基、异丁叉基、亚戊基、戊叉基、异戊叉基。当E为亚烷基或烷叉基时，它还可以由通过与亚烷基或烷叉基不同的部分连接的两个或多个亚烷基或烷叉基构成，所述连接部分的例子是芳族键；叔氨基键；醚键；羰基键；含硅键；或含硫键，包括但不限于硫化物、亚砷、砷；或含磷的键，包括但不限于氧磷基、磷酰基。在其它实施方案中，E可为环脂族基，包括但不限于环戊叉基、环己叉基、3,3,5-三甲基环己叉基、甲基环己叉基、2-[2.2.1]-双环庚叉基、辛戊叉基、环戊叉基、环十二烷叉基、金刚烷叉基；含硫键，如硫化物、亚砷或砷；含磷键如氧磷基或磷酰基；醚键；羰基；叔氮基；或含硅键如硅烷或硅氧烷基。R¹表示氢或单价烃基如烷基、芳基、芳烷基、烷芳基或环烷基。在各种实施方案中，R¹的单价烃基可卤取代，特别是氟或氯取代，例如在二氯烷叉基中。Y¹可为无机原子，包括但不限于卤素(氟、溴、氯、碘)；无机基团，包括但不限于硝基；有机基团，包括但不限于单价烃基如烷基、芳基、芳烷基或烷芳基，或氧基如OR，其中R为单价烃基如烷基、芳基、芳烷基、烷芳基或环烷基；Y¹仅需须对用于制备聚碳酸酯的反应物惰性并且不受其影响。在一些实施方案中，Y¹包括卤素基团

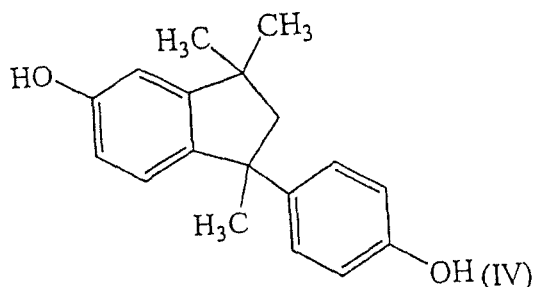
或 C1-C6 烷基。字母 "m" 表示 0(包括 0)至 A¹ 可用于取代的位置数; "p" 表示 0(包括 0)至 E 可用于取代的位置数; "t" 表示至少等于 1 的整数; "s" 为 0 或 1; "u" 表示包括 0 的任何整数。

当存在由上述通式(II)表示的一个以上 Y1 取代基时,它们可以相同或不同。当存在一个以上的 R1 取代基时,它们可以相同或不同。当通式(II)中的 "s" 为 0 和 "u" 不为 0 时,芳环直接连接,无中间插入的烷叉基或其它桥。芳族残基上羟基和 Y1 的位置可在零、间或对位变化,并且这些组可处于连位、非对称或对称关系,其中芳族残基的两个或多个环碳原子可被 Y1 和羟基取代。

通式(I)的二羟基酚的说明性非限制性例子包括在 US4,217,438 中通过名称或通式(一般或特定)公开的二羟基取代的芳族烃。在本发明的一些实施方案中,二羟基酚包括 6-羟基-1-(4'-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茚满(indane)、4,4'-(3,3,5-三甲基环己叉)二苯酚; 1,1-双(4-羟基-3-甲苯基)环己烷; 2,2-双(4-羟基苯基)丙烷(通常称为双酚-A); 4,4-双(4-羟基苯基)庚烷; 2,2-双(4-羟基-3,5-二甲苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-甲苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-乙苯基)丙烷; 2,2-双(4-羟基-3-丙烷异丙基苯基)丙烷; 2,4'-二羟基二苯基甲烷; 双(2-羟基苯基)甲烷; 双(4-羟基-苯基)甲烷; 双(4-羟基-5-硝基苯基)甲烷; 双(4-羟基-2,6-二甲基-3-甲氧基苯基)甲烷; 1,1-双(4-羟基苯基)乙烷; 1,1-双(4-羟基-2-氯苯基)乙烷; 2,2-双(3-苯基-4-羟基苯基)-丙烷; 双(4-羟基苯基)环己基甲烷; 2,2-双(4-羟基苯基)-1-苯基丙烷; 3,5,3',5'-四氯-4,4'-二羟基苯基)丙烷; 2,4'-二羟基苯基砵; 2,6-二羟基萘; 6,6'-二羟基-3,3,3',3'-四甲基-1,1'-螺二茚满(有时称为 "SBI"); 氢醌、间苯二酚; C1-3 烷基-取代间苯二酚。在一个具体的实施方案中,二羟基酚包括双酚 A。

合适的二羟基酚还包括含茚满结构单元的那些化合物,如通式(III)表示的,该化合物为 3-(4-羟基苯基)-1,1,3-三甲基茚满-5-醇,和通式(IV)表示的,该化合物为 1-(4-羟基苯基)-1,3,3-三甲基茚满-5-醇:





在各种实施方案中，用于制备聚碳酸酯的碳酸酯前体包括至少一种碳酸酯、碳酸酯或卤甲酸酯。这里可使用的碳酸酯为碳酸氯、碳酸溴和其混合物。这里可使用的典型碳酸酯包括但不限于二芳基碳酸酯，包括但不限于碳酸二苯基酯、碳酸二(卤苯基)酯、碳酸二(氯苯基)酯、碳酸二(溴苯基)酯、碳酸二(三氯苯基)酯、碳酸二(三溴苯基)酯、碳酸二(烷苯基酯)、碳酸二(甲苯基)酯；碳酸二(萘基)酯、碳酸二(氯萘基)酯、碳酸苯基甲苯基酯、碳酸氯苯基氯萘基酯、碳酸二(甲基水杨基)酯和其混合物。这里适用的卤甲酸酯包括二羟基酚的双卤甲酸酯，其包括但不限于氢醌的双氯甲酸酯；双酚-A;3-(4-羟苯基)-1,1,3-三甲基茛满-5-醇；1-(4-羟苯基)-1,3,3-三甲基茛满-5-醇；4,4'-(3,3,5-三甲基环己叉基)二苯酚；1,1-双(4-羟基-3-甲苯基)环己烷等等；双氯甲酸酯封端的聚碳酸酯低聚物，如包括氢醌的低聚物，双酚-A;3-(4-羟苯基)-1,1,3-三甲基茛满-5-醇；1-(4-羟苯基)-1,3,3-三甲基茛满-5-醇；4,4'-(3,3,5-三甲基环己叉基)二苯酚、1,1-双(4-羟基-3-甲苯基)环己烷等等；和二醇的双卤甲酸酯，包括但不限于乙二醇、新戊二醇和聚乙二醇的双卤甲酸酯。可使用卤甲酸酯的混合物。在一个具体实施方案中，使用碳酸氯，又称为光气。在另一具体实施方案中，使用碳酸二苯酯。聚碳酸酯通过已知方法，如界面聚合、酯基转移、溶液聚合或熔体聚合制备。

合适的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。合适的线性芳族聚碳酸酯包括，例如双酚 A 聚碳酸酯树脂。合适的支化聚碳酸酯是已知的，在各实施方案中通过多官能芳族化合物与二羟基酚和碳酸酯前体反应形成支化聚合物的方式制备，一般参见 US3,544,514、

3,635,895 和 4,001,184。该多官能化合物一般为芳族化合物，并且包含至少三个官能基团，其为羧基、酸酐、苯酚、卤甲酸酯或其混合物，如 1,1,1-三(4-羟苯基)乙烷、1,3,5-三羟基-苯、1,2,4-苯三酸酐、1,2,4-苯三酸、1,2,4-苯三酸三氯化物、4-氯甲酰邻苯二甲酸酐、均苯四酸、均苯四酸二酐、苯六酸、苯六酸酐、1,3,5-苯三酸、二苯甲酮四羧酸、二苯甲酮四羧酸酐。在一些具体实施方案中，多官能芳族化合物为 1,1,1-三(4-羟苯基)乙烷、1,2,4-苯三酸酐或其卤甲酸酯衍生物。

在一个具体实施方案中，本发明的聚碳酸酯组分为衍生自双酚 A 和光气的线性聚碳酸酯树脂。在一些具体实施方案中，聚碳酸酯树脂的重均分子量在一个实施方案中为约 10,000 至约 200,000 g/mol，在另一实施方案中为约 20,000 至约 100,000 g/mol，在另一实施方案中为约 30,000 至约 80,000 g/mol，在另一实施方案中为约 40,000 至约 60,000 g/mol，在再一实施方案中为约 40,000 至约 50,000 g/mol，它们通过凝胶渗透色谱相对于聚苯乙烯标准物测定。这些树脂显示的特性粘度在一个实施方案中为约 0.1 至约 1.5 分升/克，在另一实施方案中为约 0.35 至约 0.9 分升/克，在另一实施方案中为约 0.4 至约 0.6 分升/克，在再一实施方案中为约 0.48 至约 0.54 分升/克，它们都在二氯甲烷中在 25℃ 下测量。

在含聚碳酸酯的共混物中，当一种分子量等级的聚碳酸酯与一定比例的相对低分子量等级的类似聚碳酸酯组合时，可以改进熔体流动和/或其它物理性能。本发明包括仅包含一种分子量等级的聚碳酸酯的组合物，也包含两种或多种分子量等级的聚碳酸酯的组合物。当存在两种或多种分子量等级的聚碳酸酯是，最低分子量聚碳酸酯的重均分子量，按最高分子量聚碳酸酯的重均分子量计，在一个实施方案中为约 10% 至约 95%，在另一实施方案中为约 40% 至约 85%，在再一实施方案中为约 60% 至约 80%。在一个例子中，非限制性实施方案含聚碳酸酯的共混物包括具有重均分子量在约 40,000 至约 48,000 之间的聚碳酸酯与具有重均分子量在 25,000 至约 35,000 (分子量在所有情况下相对于聚苯乙烯标准物) 之间的聚碳酸酯组合的那些。当存在两种或多种分子量等级的聚碳酸酯时，各种分子量等级的重量比可为约 1 至约 99 份的一种分子量等级和约 99 至约 1 份的任何其它分子量等级。在一些实施方案中，使用两种分子量等级的聚碳酸酯的混合物，在此情况下两个等级的重量比在一个实施方案中可为约 99:1 至约 1:99，在另一实施方案中为约

80:20 至约 20:80, 在再一实施方案中为约 70:30 至约 50:50。由于并非所有制备聚碳酸酯的制造方法能够制备所有分子量等级的该组分, 因此本发明包括包含两种或多种分子量等级的聚碳酸酯的组合物, 其中各聚碳酸酯由不同的制备方法制备。在一个具体实施方案中, 本发明包括包含由界面法制备的聚碳酸酯与由熔体法制备的不同重均分子量的聚碳酸酯组合的组合物。

本发明组合物中存在的聚碳酸酯的量在一个实施方案中为约 55 重量% 至约 98 重量%, 在另一实施方案中为约 60 重量% 至约 95 重量%, 按整个组合物的重量计。

本发明阻燃树脂组合物可非必要地包括至少一种不为聚碳酸酯并在含聚碳酸酯的组合物中形成第二相的第二热塑性树脂。第二热塑性树脂包括一种或多种热塑性聚合物, 其显示的玻璃转化温度在一个实施方案中大于约 25°C, 在另一实施方案中大于或等于约 90°C, 在再一实施方案中大于或等于约 100°C。聚合物的 T_g, 这里是指通过差式扫描量热法测量的 T_g 值方法(加热速 20°C/分钟, 其中 T_g 值在拐点处测定)。在一个具体实施方案中, 第二热塑性树脂包括各自具有衍生自选自如下的一种或多种单体的结构单元的一种或多种单体的聚合物, 所述单体选自单烯属不饱和腈单体, 和(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯单体。

合适的乙烯基芳族单体包括例如苯乙烯, 或具有与芳环连接的一个或多个烷基、烷氧基、羟基或卤素取代基的取代苯乙烯, 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、乙烯基蒽, 以及乙烯基芳族单体的混合物。

正如本发明上下文中使用的, 术语"单烯属不饱和腈单体"是指包括每分子包括单个腈基团和单个烯属不饱和点的无环化合物, 包括, 例如丙烯腈、甲基丙烯腈和 α-氯丙烯腈。

术语"(甲基)丙烯酸酯单体"总体指丙烯酸酯单体和甲基丙烯酸酯单体。合适的(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯包括丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯, 例如丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸异戊基酯、丙烯酸正己酯、丙烯酸 2-乙基己酯, 和其甲基丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯类似物, 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、甲基丙烯酸己酯和

甲基丙烯酸癸酯。

在一个具体实施方案中，第二热塑性树脂包括具有衍生自一种或多种乙烯基芳族单体(如苯乙烯)的第一结构单元，并具有衍生自一种或多种单烯属不饱和腈单体(如丙烯腈)的第二结构单元的乙烯基芳族聚合物。第二热塑性树脂包括在一些实施方案中约 55 至约 99 重量%，在其它实施方案中约 60 至约 90 重量%衍生自苯乙烯的结构单元，和在一些实施方案中约 1 至约 45 重量%，在其它实施方案中约 10 至约 40 重量%衍生自丙烯腈的结构单元。在一个具体实施方案中，第二热塑性树脂的重均分子量为约 50,000 至约 100,000g/mol(相对于苯乙烯标准物)。

第二热塑性树脂可提供，满足树脂的 Tg 限制，非必要地包括衍生自一种或多种其它单烯属不饱和单体的结构单元，这些单体的例子是单烯属不饱和羧酸，如丙烯酸、甲基丙烯酸和衣康酸；(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，如甲基丙烯酸环己基酯；(甲基)丙烯酰胺单体，如丙烯酰胺和甲基丙烯酰胺；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；和乙烯基酯，如乙酸乙烯酯和丙酸乙烯酯。本发明上下文中使用的术语"C₄-C₁₂ 环烷基"是指每个基团具有 4 至 12 个碳原子的环烷基取代基，术语"(甲基)丙烯酰胺"共同指丙烯酰胺和甲基丙烯酰胺。

当存在时，存在于本发明组合物中的第二热塑性树脂的量在一个实施方案中为约 0.1 重量%至约 35 重量%，在另一实施方案中为约 0.1 重量%至约 26 重量%，在另一实施方案中为约 0.5 重量%至约 22 重量%，在另一实施方案中为约 1 重量%至约 20 重量%，在再一实施方案中为约 10 重量%至约 18 重量%，按整个组合物的重量计。当本发明组合物中存在至少一种第二热塑性树脂时，聚碳酸酯在该组合物中的量在一个实施方案中为约 50 重量%至约 98 重量%，在另一实施方案中为约 60 重量%至约 95 重量%，在另一实施方案中为约 60 重量%至约 85 重量%，在再一实施方案中为约 65 重量%至约 84 重量%，按整个组合物的重量计。

本发明阻燃树脂组合物可非必要地包括至少一种橡胶改性接枝共聚物，该共聚物包括在分散在连续硬热塑性树脂相中的不连续橡胶相，其中至少部分硬热塑性树脂相化学接枝到橡胶相上。下面某些时候将橡胶改性接枝共聚物称为橡胶改性热塑性树脂。在一个实施方案中，橡胶改性接枝共聚物包括

通过本体聚合法制备的那些。在另一实施方案中，橡胶改性接枝共聚物包括通过乳液聚合制备的那些。

用于制备橡胶相的合适橡胶包括具有玻璃转化温度(T_g)在一个实施方案中低于或等于 25°C ，在另一实施方案中低于或等于 0°C ，在再一实施方案中低于或等于 30°C 的那些。在一个实施方案中，橡胶包括一种聚合物，该聚合物通常为具有衍生自一种或多种共轭二烯烃单体的结构单元的线性聚合物。合适的共轭二烯烃单体包括，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、溴丁二烯和二溴丁二烯，乙基共轭二烯烃单体的混合物。在具体的实施方案中，该共轭二烯烃单体为 1,3-丁二烯或异戊二烯中的至少一种。

橡胶可非必要地包括衍生自选自如下的一种或多种可共聚单烯属不饱和单体的结构单元，所述单体选 $\text{C}_2\text{-C}_8$ 烯烃单体、乙烯基芳族单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ 烷基酯单体。这里使用的术语" $\text{C}_2\text{-C}_8$ 烯烃单体"是指每分子具有 2 至 8 个碳原子并且每分子具有一个烯属不饱和位的化合物。合适的 $\text{C}_2\text{-C}_8$ 烯烃单体包括，例如乙烯、丙烯、1-丁烯、1-戊烯和庚烯。合适的乙烯基芳族单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ 烷基酯单体包括上面在描述第二热塑性树脂中给出的那些。

在一个具体实施方案中，橡胶为聚丁二烯均聚物。在另一实施方案中，橡胶为一种共聚物，例如嵌段共聚物，它包括衍生自一种或多种共轭二烯烃单体的结构单元和至多 50wt% 的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结构单元，例如苯乙烯-丁二烯共聚物或苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物。在另一具体实施方案中，橡胶为含约 50 至约 95 重量%衍生自丁二烯的结构单元和约 5 至约 50 重量%衍生自苯乙烯的结构单元的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物。在另一具体实施方案中，橡胶包括衍生自丙烯酸丁酯的结构单元。在另一具体实施方案中，橡胶为乙烯-丙烯-二烯烃改性橡胶。

弹性橡胶相可通过在自由基引发剂、多羧酸表面活性剂和非必要的链转移剂存在下水乳液聚合制备，并凝固形成弹性相物质的颗粒。合适的引发剂包括常规自由基引发剂如有机过氧化物，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'-偶氮双-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、焦磷酸四钠和环原糖或甲醛次硫酸钠的组合。合适的链转移剂包括,例如 C₉-C₁₃ 烷基硫醇化合物,如壬基硫醇或叔十二烷基硫醇。

弹性橡胶相物质的乳液聚合颗粒具有的重均颗粒尺寸在一个实施方案中约 50 至约 1000 纳米("nm"),在另一实施方案中约 50 至约 800nm,在另一实施方案中 100 至 500nm,通过光散射法测量。乳液聚合弹性颗粒的尺寸可非必要地按照已知技术通过乳液聚合颗粒的机械、胶体或化学附聚增加。

硬热塑性树脂相包括一种或多种热塑性聚合物,并显示 T_g 在一个实施方案大于约 25°C,在另一实施方案中大于或等于约 90°C,在再一实施方案中大于或等于约 100°C。在一个具体实施方案中,硬热塑性相包括一种或多种各自具有衍生自一种或多种选自(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂ 烷基酯、乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的聚合物。合适的乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂ 烷基酯单体包括上面在描述橡胶相中列举的那些。

在一个具体实施方案中,硬热塑性树脂相包括具有衍生自一种或多种乙烯基芳族单体(如苯乙烯)的第一结构单元,和具有衍生自一种或多种单烯属不饱和腈单体如丙烯腈的第二结构单元的乙烯基芳族聚合物。该硬相包括在一些实施方案中约 55 至约 99 重量%,在其它实施方案中约 60 至约 90 重量%衍生自苯乙烯的结构单元,和在一些实施方案中约 1 至约 45 重量%,和其它实施方案中约 10 至约 40 重量%衍生自丙烯腈的结构单元。

橡胶相在橡胶改性接枝共聚物中的相对量为约 2 重量%至约 70 重量%,在另一实施方案中为约 6 重量%至约 65 重量%,在另一实施方案中为约 8 重量%至约 50 重量%,在另一实施方案中为约 10 重量%至约 40 重量%,在再一实施方案中为约 12 重量%至约 24 重量%,按橡胶改性接枝共聚物的重量计。在硬热塑性相与橡胶相之间发生的接枝量随橡胶相的相对量和组成而变化。在一个实施方案中,约 10 至约 90 重量%的热塑性相化学接枝到橡胶相,约 10 至约 90 重量%硬热塑性相保持"自由",即未接枝。在另一实施方案中约 40 至约 75 重量%硬热塑性相化学接枝到橡胶相,和约 25 至约 60 重量%硬热塑性相保持自由。

在各实施方案中,橡胶改性热塑性树脂的硬热塑性相可通过如下方法形成:(i)仅在橡胶相存在下进行聚合,或将一种或多种分别聚合的硬热塑性聚

合物加入已在橡胶相存在下聚合的硬热塑性聚合物中。在一个具体实施方案中，将一种或多种分别聚合的硬热塑性聚合物与已在橡胶相存在下聚合的硬热塑性聚合物组合，以有助于将本发明的组合物的粘度调节至所需范围。在一个具体实施方案中，一种或多种分别聚合的硬热塑性聚合物的重均分子量为约 50,000 至约 100,000g/mol(相对于聚苯乙烯标准)。

在另一具体实施方案中，橡胶改性热塑性树脂包括包含具有衍生自一种或多种共轭二烯烃单体的结构单元，和非必要地进一步包含衍生自选自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的一种或多种单体的结构单元的聚合物；硬热塑性相包括具有衍生自乙烯基芳族单体和单烯属不饱和腈单体的一种或多种单体的结构单元的聚合物。在另一实施方案中，橡胶改性热塑性树脂的橡胶相包括聚丁二烯或聚(苯乙烯-丁二烯)橡胶和硬相包括苯乙烯-丙烯腈共聚物。

橡胶改性热塑性树脂的橡胶相和硬热塑性树脂相的各聚合物可提供：满足树脂的 T_g 限制，非必要地包括衍生自一种或多种其它可共聚单烯属不饱和单体的结构单元，这些单体的例子是单烯属不饱和羧酸，如丙烯酸、甲基丙烯酸和衣康酸；(甲基)丙烯酸羟基 C_1 - C_{12} 烷基酯单体，如甲基丙烯酸羟乙酯；(甲基)丙烯酸 C_4 - C_{12} 环烷基酯，如甲基丙烯酸环己基酯；(甲基)丙烯酰胺单体，如丙烯酰胺和甲基丙烯酰胺；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；和乙烯基酯，如乙酸乙烯酯和丙酸乙烯酯。本发明上下文中使用的术语" C_4 - C_{12} 环烷基"是指每个基团具有 4 至 12 个碳原子的环烷基取代基，术语"(甲基)丙烯酰胺"共同指丙烯酰胺和甲基丙烯酰胺。橡胶改性热塑性树脂的橡胶相具有的颗粒尺寸在一个实施方案为约 0.1 至约 10 微米(" μm "), 在另一实施方案中为约 0.1 至约 3.0 微米，在另一实施方案中为约 0.2 至约 2.0 μm 。

当存在时，本发明组合物中存在的橡胶改性接枝共聚物的量在一个实施方案中为约 0.1 重量%至约 35 重量%，在另一实施方案中为约 0.1 重量%至约 20 重量%，在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 16 重量%，在另一实施方案中为约 0.5 重量%至约 14 重量%，在再一实施方案中为约 2 重量%至约 14 重量%，按整个组合物的重量计。当在本发明组合物中存在至少一种橡胶改性接枝共聚物时，在该组合物中存在的聚碳酸酯的量在一个实施方案中为约 55 重量%至约 98 重量%，在另一实施方案中为约 60 重量%至约 95 重量%

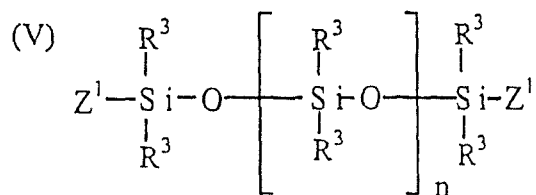
%, 在另一实施方案中为约 60 重量%至约 85 重量%, 在再一实施方案中为约 65 重量%至约 84 重量%, 按整个组合物的重量计。

本发明的组合物包括包含至少一种芳族聚碳酸酯树脂, 非必要地与至少一种不为聚碳酸酯树脂的第二热塑性树脂, 或与至少一种橡胶改性接枝共聚物组合, 或非必要地与至少一种橡胶改性接枝共聚物和至少一种不为聚碳酸酯树脂的第二热塑性树脂的混合物组合的那些。在一些实施方案中, 本发明的组合物可包括至少一种芳族聚碳酸酯树脂与至少一种橡胶改性接枝共聚物和至少一种不为聚碳酸酯树脂的第二热塑性树脂的混合物组合, 其中第二热塑性树脂包括主要量的单体结构单元, 其与橡胶改性接枝共聚物的硬热塑性相的那些相同。当本发明组合物中既不存在不为聚碳酸酯的第二热塑性树脂, 也不存在橡胶改性接枝共聚物时, 聚碳酸酯在组合物中的量在在一个实施方案中为约 88 重量%至约 98 重量%, 在另一实施方案中为约 90 重量%至约 98 重量%, 按整个组合物的重量计。

在各种实施方案中, 本发明阻燃树脂组合物包括至少一种硅氧烷源。在一个具体实施方案中, 硅氧烷源为包括硅氧烷结构与来自第二非含硅聚合物的结构单元的共聚物。在一个具体实施方案中, 含硅氧烷的共聚物包括与芳族聚碳酸酯结合的聚二有机硅氧烷结构, 以下有时称为"PC-硅氧烷共聚物"。在另一具体实施方案中, 含硅氧烷的共聚物包括聚二甲基硅氧烷的结构单元与双酚 A 聚碳酸酯的结构单元组合。在一些实施方案中, 包括硅氧烷的共聚物衍生自用至少一种羟芳基封端的聚二甲基硅氧烷, 所述聚二甲基硅氧烷被聚合入包括双酚 A-的聚碳酸酯中。PC-硅氧烷共聚物包括嵌段共聚物, 该共聚物在一个实施方案中含约 0.5 重量%至约 80 重量%聚二有机硅氧烷, 在另一实施方案中含约 1 重量%至约 60 重量%聚二有机硅氧烷, 在另一实施方案中含约 2 重量%至约 50 重量%聚二有机硅氧烷, 在再一实施方案中含约 3 重量%至约 40 重量%聚二有机硅氧烷。该 PC 硅氧烷嵌段共聚物包括嵌段长度在一个实施方案中约 2 至约 100 二有机硅氧烷结构单元, 在另一实施方案中约 2 至约 60 二有机硅氧烷结构单元, 在再一实施方案中约 2 至约 50 二有机硅氧烷结构单元。PC-硅氧烷共聚物和其制备方法是本领域公知的, 并公开在专利如 US 5,530,083、5,616,674 和 6,072,011 中。

在另一实施方案中, 合适的硅氧烷源为聚(二有机硅氧烷)。聚(二有机硅氧烷)通常包括硅原子和氧原子交替主链, 在硅原子处被各种有机基团取代。

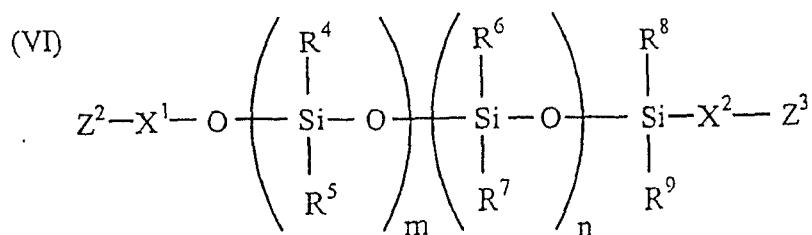
在各实施方案中，聚(二有机硅氧烷)具有下式(V)给出的结构：

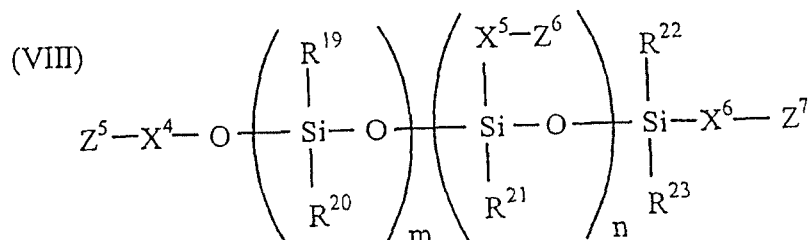
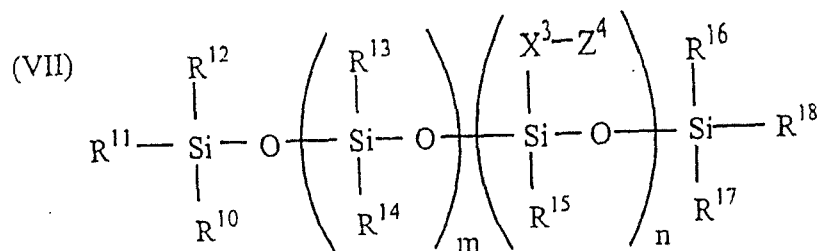


其中各 R³ 独立地表示 C₁₋₁₅ 烷基、C₂₋₁₀ 链烯基、C₅₋₁₂ 环烷基或芳基，这些基团可被卤化、特别是氟化，Z¹ 表示 R³ 或 OH；其中 "n" 应使该混合物具有标称重均分子量约 500 至约 1,500,000 g/mol。在一个实施方案中，聚(二有机硅氧烷)包括二甲基硅氧烷结构单元。在一个具体实施方案中，聚(二有机硅氧烷)包括聚(二甲基硅氧烷)。在一些实施方案中，合适的聚(二甲基硅氧烷)具有粘度约 5 cSt(厘沲)至约 1000 cSt。在另一具体实施方案中，聚(二有机硅氧烷)包括二甲基硅氧烷结构单元与二苯基硅氧烷或甲苯基硅氧烷结构单元组合。

在另一具体实施方案中，合适的硅源为羟基-封端的聚(二有机硅氧烷)，其中羟基直接与硅键合，如通式(V)所示，其中 Z¹ 为 OH。在一些实施方案中，羟基-封端的聚(二有机硅氧烷)为羟基-封端的聚(二甲基硅氧烷)。合适的羟基-封端聚(二有机硅氧烷)具有的粘度在一个实施方案中为约 5 cSt 至约 115,000 cSt；在另一实施方案中为约 5 cSt 至约 50,000 cSt；在另一实施方案中为约 10 cSt 至约 25,000 cSt；在另一实施方案中为约 20 cSt 至约 10,000 cSt；在另一实施方案中为约 25 cSt 至约 5,000 cSt；在另一实施方案中为约 25 cSt 至约 3,000 cSt；在另一实施方案中为约 25 cSt 至约 2,000 cSt；在再一实施方案中为约 25 cSt 至约 1,000 cSt。

在本发明范围内也使用如下通式(VI)、(VII)、(VIII)表示硅氧烷：





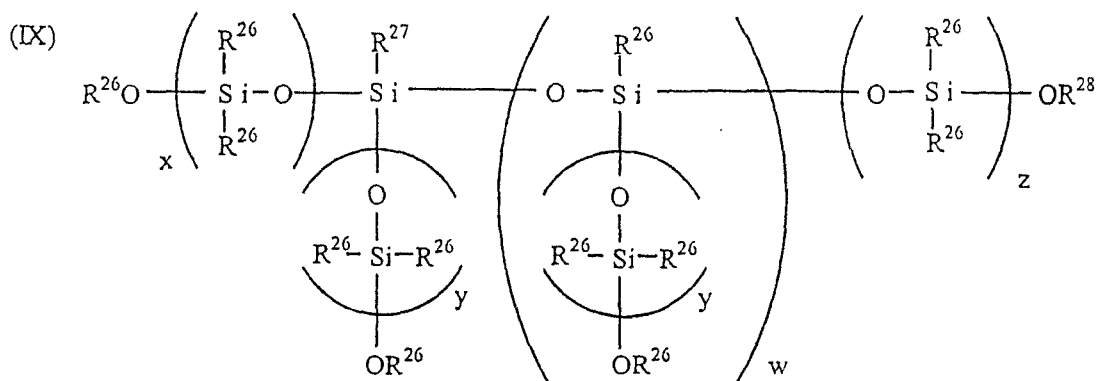
其中"m"+"n"在各通式中具有数值约 5 至约 2,000, 二十部分 R⁴-R²³ 各自独立地表示氢原子或具有 1 至 12 个碳原子的如下基团中的一个: 烷基、烷氧基、链烯基、芳基、芳烷基、烷芳基, 这些基团可被卤化; 其中 X¹、X²、X³、X⁴、X⁵ 和 X⁶ 各自独立地表示如下基团中的一个: 亚烷基、环亚烷基、亚芳基、亚芳烷基、亚烷芳基, 其中 Z²、Z³、Z⁴、Z⁵、Z⁶ 和 Z⁷ 各自独立地表示如下基团中的一个: (a)-NR²⁴R²⁵ and (-NH-(CH₂)_k-NR²⁴R²⁵), 其中 R²⁴ 和 R²⁵ 各自独立地表示氢原子或具有 1-12 碳原子的烷基, "k"具有数值 1-10;

(b)脂族或环脂族环氧化物;

(c)羧酸或酸酐基团;

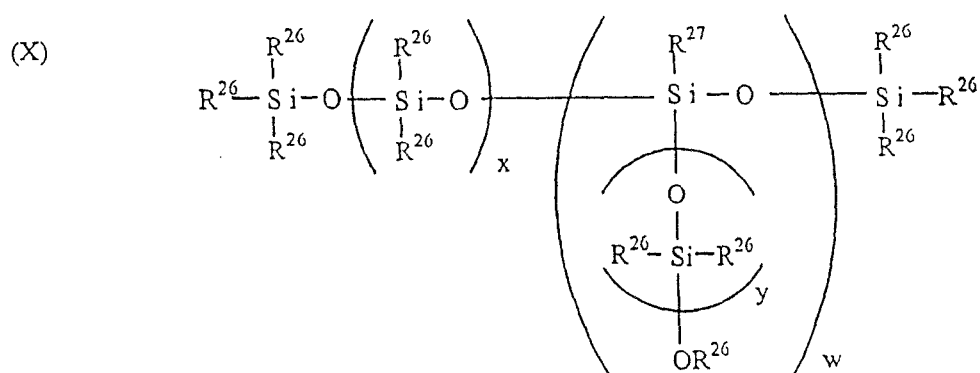
其中, 官能聚(二有机硅氧烷)化合物不能同时包括胺基或环氧基团, 或不能同时包括胺基和羧酸基团; 或不能同时包括环氧基团和羧酸或酸酐基团。

在另一具体实施方案中, 合适的硅源由如下通式(IX)表示:



其中各 R^{26} 独立地为 C_{1-5} 烷基, R^{27} 为 C_{1-5} 烷基或伯或仲氨基如 N-(2-氨基)-3-氨基烷基。在一个具体实施方案中, R^{26} 为甲基。在各实施方案中 R^{27} 为甲基或 N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基。在各实施方案中 R^{28} 为氢或 C_{1-5} 烷基。在一个具体实施方案中, R^{28} 为甲基。参数 "w" 具有数值 0 或 1, "x" 和 "y" 独立地为整数 1 至约 50, 和 "z" 为整数 0 至约 7。这里注意到可使用通式(IX)表示的化合物的任何组合。

在另一具体实施方案中, 合适的硅源由如下通式(X)表示



其中各 R^{26} 独立地为 C_{1-5} 烷基, R^{27} 为 C_{1-5} 烷基或伯或仲氨基如 N-(2-氨基)-3-氨基烷基。在一个具体实施方案中, R^{26} 为甲基。在各实施方案中 R^{27} 为 N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基。参数 "w" 具有数值 0 至约 18, "x" 和 "y" 独立地为整数 1 至约 50。这里注意到可使用通式(X)表示的化合物的任何组合。

在其它具体实施方案中, 硅源可包括至少一种含至少一个硅原子、至少一个芳基部分和至少一个羟基的低分子量非聚合分子。在本发明上下文中低分子量在一个实施方案中指分子量低于约 500, 在另一实施方案中分子量低于约 400, 在再一实施方案中分子量低于约 300。芳基部分可为未取代的或被例如烷基或卤素取代。在一些实施方案中, 芳基部分为未被取代的苯基。羟基可直接与硅键合, 或与键合到硅上的烷基键。在各实施方案中, 包括至少一个硅原子的所述低分子量分子为苯基硅醇, 如二苯基硅二醇。在一些实施方案中, 使用至少一种所述低分子量分子与至少一种其它硅源的混合物。

在一些具体实施方案中,使用二苯基硅二醇与至少一种其它硅源如 PC-硅氧烷共聚物的混合物。

硅源在本发明的组合物中的存在量在一个实施方案中为约 0.1 重量%至约 10 重量%,在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 6 重量%,在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 5 重量%,在再一实施方案中为约 0.4 重量%至约 3 重量%,按整个组合物的重量计。当在组合物中存在硅源,如包括硅氧烷结构单元与来自第二非硅聚合物的结构单元组合的共聚物时,该硅源的量基于共聚物中硅氧烷结构单元的重量%计算。

在各实施方案中,本发明阻燃树脂组合物包括至少一种硼源。合适的硼源包括硼化合物如硼酸、氧化硼(B_2O_3)、硼酸磷等。硼源在本发明的组合物中的存在量在一个实施方案中为约 0.1 重量%至约 10 重量%,在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 6 重量%,在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 5 重量%,在再一实施方案中为约 0.2 重量%至约 2 重量%,按整个组合物的重量计。在一些实施方案中,包括低于 0.1wt% 的硼源的组合物导致加工组合物困难。

本发明人已意想不到地发现,在本发明的组合物同时存在的硅氧烷源和硼源导致对阻燃性能的协同作用。尽管本发明不依赖于操作理论,据信在热塑性树脂组合物中硅氧烷物质促进阻燃的功效的一种可能的机理是硅氧烷物质分解为挥发性物质(如环硅氧烷),该物质在燃烧期间具有比衍生自热塑性树脂的挥发性燃料组分低的燃烧热。因此,在其一个实施方案中,本发明包括含至少一种硅氧烷源和至少一种硅氧烷分解剂或催化剂的组合物。在另一实施方案中,本发明包括至少一种硅源和至少一种硼源,该硼源为硅氧烷分解剂或催化剂。图 1 给出实施例 51 的加工组合物的热解质谱数据,该组合物包括 2.66 重量%硅氧烷和 1.08 重量%硼源。图 2 给出实施例 53 的加工组合物的热解质谱数据,该组合物包括 2.66 重量%硅氧烷和 0.11 重量%硼源。图 1 中的数据与图 2 中给出的数据相比显示,包括 10 倍以上硼源的组合物(图 1)显示,硅氧烷比包括较低硼源(图 2)的组合物更早分解。包括 10 倍以上硼源的图 1 的组合物,与包括很少硼源的图 2 组合物相比,也显示低 FOT。图 3 给出,在实施例 51-53 和比较例 51 的加工组合物中火焰熄灭时间秒(FOT2)与氧化硼量图。这些后面的实施例包括在恒定硅氧烷量下增加的氧化硼量。从图 3 中的数据可以看出,在恒定硅氧烷量下,FOT2 随增加氧化硼量而降

低。

在各实施方案中,本发明阻燃树脂组合物非必要地包括对树脂组合物有效提供抗滴淌性能的氟聚合物。该氟聚合物在组合物中的存在量在一个实施方案中为约 0.01 重量%至约 2 重量%,在另一实施方案中为约 0.1 重量%至约 1 重量%,按整个组合物的重量计。合适的氟聚合物和制备这些氟聚合物的方法是已知的,例如参见 US 3,671,487 和 3,723,373。合适的氟聚合物包括含衍生自一种或多种氟化 α -烯烃单体的结构单元的均聚物和共聚物。术语"氟化 α -烯烃单体"是指包括至少一个氟原子取代基的 α -烯烃单体。合适的氟化 α -烯烃单体包括,例如氟乙烯,如 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ 、 $\text{CHF}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHF}$ 、 $\text{CClF}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CCl}_2=\text{CF}_2$ 、 $\text{CClF}=\text{CClF}$ 、 $\text{CHF}=\text{CCl}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CClF}$ 和 $\text{CCl}_2=\text{CClF}$,以及氟丙烯如 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$ 、 $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHF}$ 、 $\text{CHF}_2\text{CH}=\text{CHF}$ 和 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ 。在一个具体实施方案中,氟化 α -烯烃单体为四氟乙烯单体($\text{CF}_2=\text{CF}_2$)、氯三氟乙烯($\text{CClF}=\text{CF}_2$)、偏二氟乙烯($\text{CH}_2=\text{CF}_2$)和六氟丙烯($\text{CF}_2=\text{CFCF}_3$)中的一种或多种。在各实施方案中,合适的氟化 α -烯烃均聚物包括例如聚(四氟乙烯)和聚(六氟乙烯)。

在其它实施方案中,合适的氟化 α -烯烃共聚物包括含衍生自两种或多种氟化 α -烯烃共聚物的结构单元的共聚物如聚(四氟乙烯-六氟乙烯),和包括衍生自一种或多种氟化单体和可与氟化单体共聚的一种或多种非氟化单烯属不饱和单体的结构单元的共聚物,如聚(四氟乙烯-乙烯-丙烯)共聚物。合适的非氟化单烯属不饱和单体包括,例如 α -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、支链烷烃酸乙烯酯(vinyl versatate)。在一个具体实施方案中,氟化聚合物的颗粒尺寸为约 50nm 至约 500nm。在一个具体实施方案中,氟化聚合物为聚(四氟乙烯)均聚物("PTFE")。

由于氟化聚合物直接加入热塑性树脂组合物中趋于困难。该氟聚合物在一个实施方案中可以一些方式与第二种聚合物预混形成浓缩物。在一个实施方案中,第二聚合物为组合物中的至少一种其它树脂组分。在一个具体实施方案中,第二聚合物为热塑性树脂,如芳族聚碳酸酯树脂或苯乙烯-丙烯腈树脂。例如氟聚合物的聚碳酸酯树脂的含水分散体可蒸汽沉淀,形成用作热塑性树脂组合物中的,例如滴淌抑制添加剂的氟聚合物浓缩物,如公开于

US 5,521,230 中的,或另外,可使用含水苯乙烯-丙烯腈树脂乳液、或含水丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂乳液,其中在沉淀后,将共凝固的氟聚合物-热塑性树脂组合物干燥以提供 PTFE-热塑性树脂粉末,如 US 4,579,906 中公开的。

氟聚合物-热塑性树脂粉末形式的氟聚合物添加剂在一个实施方案中包括 10 至约 90 重量%,在另一实施方案中约 30 至约 70 重量%,在再一实施方案中约 40 至约 60 重量%的氟聚合物,在一个实施方案中约 30 至约 70 重量%,在另一实施方案中约 40 至约 60 重量%的第二聚合物。

在另一实施方案中,氟聚合物可在含水氟聚合物分散体存在下通过乳液聚合一种或多种单烯属不饱和单体制备,由此在氟聚合物存在下形成第二种聚合物。上面公开了合适的单烯属不饱和单体。然后将该乳液例如通过加入硫酸沉淀。将沉淀物例如通过离心脱水,然后干燥形成包括氟聚合物和结合的第二聚合物的氟聚合物添加剂。该干燥的乳液聚合的氟聚合物添加剂为自由流动的粉末形式。在另一实施方案中,乳液聚合形成第二聚合物的单烯属不饱和单体包括选自乙烯基芳烃单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯单体的一种或多种单体。合适的乙烯基芳烃单体、单烯属不饱和腈单体和(甲基)丙烯酸 C₁-C₁₂烷基酯单体为上面公开的。在一个具体实施方案中,第二聚合物包括衍生自苯乙烯和丙烯腈的结构单元。在另一具体实施方案中,第二聚合物包括约 60 至约 90 重量%衍生自苯乙烯的结构单元,和约 10 至约 40 重量%衍生自丙烯腈的结构单元。该乳液聚合反应混合物可非必要地包括第三聚合物的乳化或分散颗粒,例如乳化的丁二烯橡胶胶乳。该乳液聚合反应可用常规的自由基引发剂引发,这些引发剂如上述针对橡胶改性接枝共聚物公开的。链转移剂如 C₉-C₁₃烷基硫醇化合物,例如壬基硫醇、叔十二烷基硫醇,可非必要地在聚合反应期间加入反应容器中降低第二聚合物的分子量。在一个具体实施方案中,不使用链转移剂。在另一实施方案中,将稳定的氟聚合物分散体加入反应器中并在搅拌下加热。然后将该引发剂体系和一种或多种单烯属不饱和单体加入反应器中并在分散体的氟聚合物颗粒存在下聚合这些单体,由此形成第二聚合物。合适的氟聚合物添加剂和乳液聚合方法公开于例如 US 5,804,654 中。在一个具体的实施方案中,第二聚合物显示重均分子量约 10,000 至约 200,000 g/mol,相对于聚苯乙烯标准物。

本发明阻燃树脂组合物可非必要地包括至少一种选自如下的聚合或非聚合有机磷物质:磷酸酯、硫代磷酸盐、膦酸酯、硫代膦酸酯、硫代次膦酸

酯、磷化氢(包括三苯基磷)、氧化磷(包括氧化三苯基磷和氧化三(2-氰乙基)磷、硫代氧化磷和磷盐。在一些实施方案中,有机磷物质为非聚合磷酸酯,包括例如磷酸烷基酯、磷酸芳基酯、间苯二酚基磷酸酯和双酚-基磷酸酯。在其它实施方案中,有机磷物质为芳族磷酸酯。这些含磷物质的说明性非限制例子包括磷酸三苯基酯、磷酸三甲苯基酯、间苯二酚双(二苯基磷酸酯),双酚 A 双(二苯基磷酸酯),和本领域已知的其它芳族磷酸酯。

若存在,该有机磷物质在本发明组合物中的存在量在一个实施方案中为约 0.5 重量%至约 15 重量%,在另一实施方案中为约 1 重量%至约 8 重量%,在再一实施方案中为约 2 重量%至约 6 重量%,按整个组合物的重量计。

在本发明各实施方案中使用的术语"烷基"是指线性烷基、支化烷基,芳烷基和环烷基。在各实施方案中,线性烷基和支化烷基为含 1 至约 12 个碳原子的那些,包括但不限于甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、新戊基、己基、辛基、壬基、癸基、十一烷基和十二烷基。在各实施方案中,表示的环烷基为含 3 至约 12 个环碳原子的那些。这些环烷基的一些说明性非限制的例子包括环丁基、环戊基、环己基、甲基环己基和环庚基。在各实施方案中,芳基为含 7 至约 14 个碳原子的那些;这些芳基包括但不限于苄基、苯基丁基、苯基丙基和苯基乙基。在各实施方案中,用于本发明各实施方案中的芳基为含 6 至 12 个碳原子的那些。这些芳基的说明性非限制性例子包括苯基、联苯基和萘基。用于本发明一些实施方案中的卤素为氯和溴。

本发明阻燃树脂组合物可非必要地包括至少一种为多官能醇的稳定剂。合适的多官能醇包括具有至少两个羟基的那些。多官能醇的例子包括甘露糖醇、山梨糖醇、果糖、葡萄糖、季戊四醇、环糊精、蔗糖、半乳糖、麦芽糖、核糖和木糖醇。在一些具体的实施方案中,多官能醇包括甘露糖醇、山梨糖醇、季戊四醇和果糖。尽管本发明不依赖于任何操作理论,但在某些加工条件下,多官能醇稳定剂可与硼源如硼酸或氧化硼形成配合物。因此,在一个实施方案中,本发明包括含至少一种硼源和至少一种用于硼源的稳定剂的组合物。在另一实施方案中,本发明包括含至少一种硼源和至少一种能够与硼源形成配合物的多官能醇的组合物。在各实施方案中,本发明组合物中存在的至少一种多官能醇稳定剂导致对本发明组合物中聚碳酸酯分子量降解的改进。聚碳酸酯分子量降解可通过本领域已知的方法,如通过凝胶渗透色谱、

熔体粘度或熔体流速测量。在其中发生明显的聚碳酸酯分子量降解的组合物中，在模制件中存在不适宜的表面外观。包括至少一种多官能醇稳定剂的组合物通常显示改进的模部件表面外观。在本发明组合物中可非必要存在的多官能醇稳定剂的量在一个实施方案中为约 0.1 重量%至约 10 重量%，在另一实施方案中为约 0.2 重量%至约 6 重量%，在另一实施方案中为约 0.3 重量%至约 4 重量%，在再一实施方案中为约 0.5 重量%至约 3.5 重量%，按整个组合物的重量计。

本发明的阻燃树脂组合物还可包含其它常规添加剂，包括抗静电剂，稳定剂如热稳定剂和光稳定剂，颜料，染料、UV 掩蔽剂，阻聚剂，增塑剂，流动促进剂，辅助阻燃剂，脱模剂，冲击改性剂，酯交换抑制剂，其它抗滴淌剂和填料。在一些实施方案中，本发明的组合物包括至少一种增量填料，或至少一种增强填料，或同时包括至少一种增量填料和至少一种增强填料。增量填料的代表性例子包括炭黑，二氧化硅，氧化铝，氧化镁，滑石，云母，玻璃珠，中空玻璃珠等等。增强填料的代表性例子包括碳纤维，玻璃纤维，石英等等。脱模剂的代表性例子包括四硬脂酸季戊四醇酯，二十二烷酸辛酯和聚乙烯。

尽管本发明不依赖于任何操作理论，但在某些加工条件下，添加剂或聚合树脂或该两种物质至少部分通过本领域公知的方法，如配位、酯交换或脱水反应。在一个实施方案中，本发明组合物中的硼酸添加剂可至少部分转化为氧化硼。本发明的各种实施方案包含的组合物中，一种或多种组分本身或与至少一种其它共混物组分进行化学反应。换言之，本发明包括两种组合物，一种组合物包括初始存在的所述组分，一种组合物包括这些组分的任何反应产品。当在组合物中规定比例时，它们适用于原始包括的物质，而不是任何反应后剩余的那些物质。

在另一实施方案中，本发明包括制备其中公开的组合物方法。本发明阻燃树脂组合物可通过如下方法制备：在适合形成组分的共混物的条件下，通过例如使用双辊磨、班伯里混炼机或单螺杆挤出机或双螺杆挤出机熔混的方式将组合物的组分组合和混合，然后将如此形成的组合物例如通过造粒或研磨该组合物非必要地变细为颗粒形式。在一些实施方案中，可将一种或多种脂肪以含水混合物或溶液形式加入组合物中，接着通过在合适的加工装置如挤出机中脱挥发。在另一实施方案中，可将硼源和稳定剂在水溶液中混合，

然后蒸发形成可加入本发明组合物中的物质。本发明的热塑性树脂组合物可通过各种方式例如注塑、挤塑、滚塑、吹塑和热成型形成制品，如计算机和办公机器、家用电器。

包括至少一种聚碳酸酯、至少一种硅氧烷源、至少一种硼源、至少一种抗滴淌剂、和至少一种不为聚碳酸酯的第二热塑性树脂或至少一种橡胶改性接枝共聚物、或非必要地至少一橡胶改性接枝共聚物和至少一种不为聚碳酸酯的第二热塑性树脂的混合物的本发明组合物，显示改进的耐阻燃性能(通过 UL94 试验协议测定)。包括硅氧烷源的组合物在火焰试验期间通常还显示改进的耐滴淌性能。本发明可消除基于卤素的阻燃剂，并减少或消除将对组合物模塑部件的物理性能如聚碳酸酯玻璃转化温度和伴随的热变形温度造成不利影响的磷基阻燃剂。

在不进一步详细描述下，据信本领域熟练技术人员，使用这里的描述，可充分利用本发明。包括下面的实施例以对本领域熟练技术人员在实施本发明时提供附加的指导。提供的这些实施例仅为有助于本发明较大的代表性工作。因此，这些实施例不以任何方式限制由所附权利要求定义的本发明。

在下面的实施例中，组分为：双酚 A 聚碳酸酯，它具有重均分子量(相对于聚苯乙烯标准物)约 40,000 至约 50,000；ABS，它包括苯乙烯与丙烯腈重量比约 75:25，约 8-25%接枝聚丁二烯，其苯乙烯/丙烯腈部分具有总重均分子量约 50,000 至约 100,000(相对聚苯乙烯标准物)；SAN，包括苯乙烯与丙烯腈重量比约 75:25，具有总重均分子量约 50,000 至约 100,000(相对于聚苯乙烯标准物)，除非另有说明，将聚四氟乙烯以在 SNA 中的 50wt% 浓缩物加入聚四氟乙烯中，以提供 0.25 重量%聚四氟乙烯，按组合物的总重量计。除非另有说明，实施例中的所有组合物还含有不影响阻燃性能的 0.66 重量%脱模剂和热稳定剂。某些实施例含有 PC-硅氧烷共聚物作为硅氧烷源。除非另有说明，PC-硅氧烷共聚物为约 20 重量%含聚二甲基硅氧烷与双酚 A 聚碳酸酯的共聚物，其中初始硅氧烷起始物质具有聚合度约 50(D50)。在某些实施例中，将有机磷酸酯加入所述组合物中。将实施例中的组合物通过在 Henschel 混炼机中干混、接着挤出并模塑制备。模塑组合物的阻燃性按照 UL94 协议用已在室温和 50%相对湿度下处理 48 小时的 1/16 英寸厚的测试棒测定。焦炭产量通过在氮气下以加热速率 100 K/min 进行热重量分析(TGA)(达到最大温 800K、接着在氮气下在 800K 下保持 5 分钟，然后在空气

下在 800K 下保持 5 分钟)。焦炭产量数据在下表中给出(两种都在 800K 下在氮气气氛下保持 5 分钟后并在空气中在 800K 下保持 5 分钟后)。组合物中的聚碳酸酯相的玻璃转化温度(Tg)通过差式扫描量热法(DSC)在氮气气氛下在加热速率 20°C/分钟下测量。简写"CEX."是指比较例。

实施例 1-6 和比较例 1,

制备包括 67.96 重量%聚碳酸酯, 12.5 重量%ABS, 12.5 重量%SAN 和 5.88 重量%间苯二酚二磷酸酯(RDP)的对比组合物(CEX1), 其中所有 wt%值按整个组合物的重量计算。本发明的组合物通过用 PC-硅氧烷共聚物或硼酸或同时用 PC-硅氧烷共聚物和硼酸替代对比组合物中的部分聚碳酸酯来制备(见表)。与无 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的对比组合物比较的耐阻燃试验结果在表 1 中给出。

表 1

实施例	添加剂 (wt%)	滴数/试验总数	FOT1 (平均秒)	FOT1 (平均秒)	焦炭产量 (wt%;N ₂ /空气)	Tg (°C)
比较例 1	---	10/10	0.9	---	15.1/0	118.5
1	PC-硅氧烷(0.5)	3/10	44.2	---	---	---
2	硼酸(0.38)	2/10	2.4	24.7	---	---
3	PC-硅氧烷(0.5)硼酸(0.38)	0/5	2.0	>60	---	---
4	PC-硅氧烷(2.5)	0/10	9.9	50	15.5/0.9	118.8
5	硼酸(1.92)	8/9	4.6	63.8	16.3/4	---
6	PC-硅氧烷(2.5)硼酸(1.92)	0/10	2.5	28.8	18.9/3.3	120.9

与对比组合物和仅具有 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的混合物的组合物相比, 同时包括 PC-硅氧烷共聚物和硼酸的组合物显示改进的阻燃性和改进的焦炭产量, 同时聚碳酸酯相的 Tg 未降低。包括 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的组合物在火焰试验期间还显示改进的抗滴淌性。

实施例 7-12 和比较例 7

制备包括 83.84 重量%聚碳酸酯和 15 重量%SAN 的对比组合物(CEx.7), 其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用 PC-硅氧烷共聚物或硼酸或同时用 PC-硅氧烷共聚物和硼酸替代对比组合物中的部分聚碳酸酯来制备(见表)。与无 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的对比组合物比较的耐阻燃试验结果在表 2 中给出。

表 2

实施例	添加剂 (wt%)	滴数/试 验总数	FOT1 (平均秒)	FOT1 (平均秒)	焦炭产量 (wt%; N ₂ /空气)	Tg (°C)
比较例 7		7/8	63	---	18.7/0	143.8
7	PC-硅氧烷(0.5)	5/5	---	---	---	---
8	硼酸(0.38)	3/5	39.8	---	---	---
9	PC-硅氧烷(0.5)硼酸(0.38)	0/5	8.6	>60	---	---
10	PC-硅氧烷(2.5)	2/5	60	---	18.3/0.4	143.7
11	硼酸(1.92)	8/10	82	---	19.9/2.4	---
12	PC-硅氧烷(2.5)硼酸(1.92)	0/10	4.4	33.1	20.7/0.8	141.2

与对比组合物和仅具有 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的组合物相比, 同时包括 PC-硅氧烷共聚物和硼酸的混合物的组合物显示改进的阻燃性和改进的焦炭产量, 同时聚碳酸酯相的 Tg 未显著降低。

实施例 13-18 和比较例 13

制备包括 92.4 重量%聚碳酸酯; 4 重量%ABS; 2 重量%双酚 A 二磷酸酯(BPADP); 1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物; 和 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂的的对比组合物(CEx.13), 其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用 PC-硅氧烷共聚物或硼酸或同时用 PC-硅氧烷共聚物和硼酸替代对比组合物中的部分聚碳酸酯来制备(见表)。与无 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的对比组合物比较的耐阻燃试验结果在表 3 中给出。

表 3

实施例	添加剂 (wt%)	滴数/试 验总数	FOT1 (平均秒)	FOT1 (平均秒)	焦炭产量 (wt%; N ₂ /空气)	Tg (°C)
比较例 13	---	3/10	1.6	9.2	19.2/0	137.3
13	PC-硅氧烷(0.5)	0/5	43.8	28.4	---	---
14	硼酸(0.38)	1/10	1.1	9.3	---	---
15	PC-硅氧烷(0.5)硼酸(0.38)	0/10	4.1	15.1	---	---
16	PC-硅氧烷(2.5)	0/10	3.7	8.7	21.0/0.6	132.8
17	硼酸(1.92)	0/10	1.1	8.0	23.4/3.2	---
18	PC-硅氧烷(2.5)硼酸(1.92)	0/10	2.0	3.9	24.8/1.8	133.2

与对比组合物和仅具有 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的组合物相比，同时包括 PC-硅氧烷共聚物和硼酸的混合物的组合物显示改进的阻燃性和改进的焦炭产量，同时聚碳酸酯相的 Tg 未显著降低。

将实施例 16 和 18 加工的组合物用下面的方法进行热解质谱分析。将约 1mg 组合物放入热重量分析仪器的坩埚中，并将该坩埚放入加热至 700°C 的加热炉中。将氦气连续通过加热炉最后通入 Hewlett-Packard model 5973 质谱选择检测器中。氦气流在达到检测器前被分离两次以提供用于分析的合适尺寸样品。在样品加热时在质谱范围 10-800 内以每秒约 1 次的速率记录质谱。记录 3 分钟内的质。获得全质谱数据。对 m/z 94、104 和 281 测定萃取离子色谱，以监测聚碳酸酯、ABS 和硅氧烷分解动力学。

实施例 19-24 和比较例 19

制备包括 94.4 重量%聚碳酸酯、4 重量%ABS、1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物；和 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂的对比组合物(CEx.19)，其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用 PC-硅氧烷共聚物或硼酸或同时用 PC-硅氧烷共聚物和硼酸替代对比组合物中的部分聚碳酸酯来制备(见表)。与无 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的对比组合物比较的耐

阻燃试验结果在表 4 中给出。

表 4

实施例	添加剂 (wt%)	滴数/试验 总数	FOTI (平均秒)	FOTI (平均秒)	焦炭产量 (wt %; N ₂ /空气)	Tg (°C)
比较例 19		7/9	7.5	---	21.2/0	145.7
19	PC-硅氧烷(0.5)	1/5	>60	---	---	---
20	硼酸(0.38)	2/10	1.7	32.5	---	---
21	PC-硅氧烷(0.5)硼酸(0.38)	0/10	10.7	29.8	---	---
22	PC-硅氧烷(2.5)	0/10	17	29.9	21.0/0.7	145.2
23	硼酸(1.92)	0/10	1.6	11.9	23.9/2.1	---
24	PC-硅氧烷(2.5)硼酸(1.92)	0/10	2.9	4.6	21.8/1.9	142.4

与对比组合物和仅具有 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的组合物相比，同时包括 PC-硅氧烷共聚物和硼酸的混合物的组合物显示改进的阻燃性，同时聚碳酸酯相的 Tg 未显著降低。

实施例 25-30 和比较例 25

制备包括 98.4 重量%聚碳酸酯、1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物；和 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂的对比组合物(CEx.25)，其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用 PC-硅氧烷共聚物或硼酸或同时用 PC-硅氧烷共聚物和硼酸替代对比组合物中的部分聚碳酸酯来制备(见表)。与无 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的对比组合物比较的耐阻燃试验结果在表 5 中给出。

表 5

实施例	添加剂 (wt%)	滴数/试验 总数	FOTI (平均秒)	FOTI (平均秒)	焦炭产量 (wt%; N ₂ /空气)	Tg(°C)
比较例 25		0/10	12.8	38.0	22.4/0	145.1
25	PC-硅氧烷(0.5)	0/10	10.4	17.5	---	---
26	硼酸(0.38)	4/10	3.0	23.7	---	---
27	PC-硅氧烷(0.5)硼酸(0.38)	0/10	11.8	13.6	---	---
28	PC-硅氧烷(2.5)	0/10	5.8	10.5	21.2/0.1	146.3
29	硼酸(1.92)	0/10	1.1	6.6	24.6/0.9	---
30	PC-硅氧烷(2.5)硼酸(1.92)	0/10	2.4	3.7	25.3/2.4	142.8

与对比组合物和仅具有 PC-硅氧烷共聚物或硼酸的组合物相比,同时包括 PC-硅氧烷共聚物和硼酸的混合物的组合物显示改进的阻燃性和改进的焦炭产量,同时聚碳酸酯相的 Tg 未显著降低。

实施例 31-38

基础配方包括聚碳酸酯与 4 重量%ABS 4 重量%ABS、1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物、和 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂的,其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用 2.5wt%硅源和 1.1 摩尔当量硼源(基于硅源,或对于 PC-硅氧烷共聚物基于存在的硅氧烷重复单元)替代基础配方中的部分聚碳酸酯来制备。一些组合物还包括其量在表中给出的双酚 A 二磷酸酯(BPADP),通过取代部分聚碳酸酯制备。耐阻燃性试验、熔体流动试验和玻璃转化温度温度的结果在表 6 中给出。给出第一和第二次平均火焰熄灭时间(FOT)(单位秒)。熔体流动指数(MFI)值在 280°C 下用 1.2kg 荷载测定,并以单位 g/3 分钟给出。

表 6

实施例	硼源	硅氧烷源	BPADP	稳定剂	FOT1 (平均秒)	FOT2 (平均秒)	MFI	Tg (°C)	表面外观
31	硼酸	PC-硅氧烷	2 wt %	---	2.0	3.9	---	137.3	展开
32	硼酸	PC-硅氧烷	---	---	5.0	4.5	3.79	142.8	展开
33	氧化硼	PC-硅氧烷	---	---	6.7	5.4	4.32	---	展开
34	磷酸硼	PC-硅氧烷	---	---	5.5	8.4	1.21	---	灰色
35	硼酸	Ph ₂ Si(OH) ₂	---	---	4.7	10.9	5.46	141.4	灰色
36	氧化硼	PC-硅氧烷	1 wt %	甘露糖醇 (2.8 重量%)	3.7	3.9	1.01	140.2	不展开
37	氧化硼	PC-硅氧烷	1 wt %	季戊四醇 (2.1 重量%)	2.1	4.0	1.33	135.2	不展开
38	氧化硼	PC-硅氧烷	1 wt %	Ph ₂ Si(OH) ₂ (3.3 重量%)	1.9	4.5	2.69	136.4	不展开

包括稳定剂的组合物显示可接受的火焰熄灭时间，同时聚碳酸酯相的玻璃转化温度无明显降低。此外，包括稳定剂的组合物显示改进的外观，MFI值显示改进的聚碳酸酯分子量保持。

实施例 39-45 和比较例 39

制备包括表中给出量的聚碳酸酯(PC)、硼源和硅氧烷源的组合物。所有组合物还包含 4 重量%ABS、2 重量%BPADP 和 1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物。所有组合物还含有 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂，据信它们不影响阻燃性能。所有重量%值按组合物的总重量计。与无硅氧烷源或硼源的对比组合物相比的阻燃试验的结果在表 7 中给出。缩写"PDMS"是指具有给定粘度(单位：厘沲)的聚二甲基硅氧烷。缩写"Me-co-Ph 硅氧烷"是指具有给定粘度(单位：厘沲)的聚(二甲基硅氧烷-共-二苯基硅氧烷)。这些组合物通过挤出加工。在模塑部件表面上的展开值以主观刻度 1 至 5 分级，其中 5 为实际无展开。"总平均 FOT"是指第一次平均火焰熄灭时间与第二次平均火焰熄灭时间之和。

表 7

组分	比较例 39	实施例 39	实施例 40	实施例 41	实施例 42	实施 例 43	实施 例 44	实施 例 45
PC	92.4	86.45	75.76	86.45	88.66	86.45	85.75	81.13
PC-硅氧烷共聚物			13.35					6.65
PDMS/ OH 封端 25 cSt					2.66			
PDMS/ OH 封端 60 cSt				2.66				1.46
PDMS/ OH 封端 750 cSt						2.66		
PDMS/ OMe 封端		2.66						
Me-co-Ph 硅氧烷/ 2OH 封端 60 cSt							3.36	
氧化硼					1.08			
磷酸硼		3.29	3.29	3.29		3.29	3.29	3.29
加工	良好	差	良好	良好	良好	良好	良好	良好
展开	5	---	5	3	4.5	3	5	5
总平均 FOT(秒)	21	---	7.7	6.7	3.3	8.9	6.7	7.7

与无硅氧烷源和硼源的对比组合物相比,包括羟基封端硅氧烷源和硼源的混合物的组合物显示良好的表面性能和改进的阻燃性。相反,使用甲氧基封端的硅氧烷源,导致组合物不能通过挤出加工。

实施例 46-50

制备包括表中给出量的聚碳酸酯(PC)、硼源和硅氧烷源的组合物。所有组合物还包含 4 重量%ABS、2 重量%BPADP 和 1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物。所有组合物还含有 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂,据信它们不影响阻燃性能。一些组合物还包含表中给出量的稳定剂。所有重量%值按

组合物的总重量计。阻燃试验的结果在表 8 中给出。缩写"PDMS"是指具有给定粘度(单位:厘沲)的聚二甲基硅氧烷。熔体流动指数(MFI)值在 280℃下用 1.2kg 荷载测定,并以单位 g/3 分钟记录。"总平均 FOT"是指第一次平均火焰熄灭时间与第二次平均火焰熄灭时间之和。抬头为“发泡”的行是指在 MFI 测试期间是否观察到发泡。

表 8

组分	实施例 46	实施例 47	实施例 48	实施例 49	实施例 50
PC	88.66	87.24	87.96	87.96	88.16
PDMS/ OH 封端 25 cSt	2.66	2.66	2.66		2.66
PDMS/ OH 封端 60 cSt				2.66	
氧化硼	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
山梨糖醇		1.42	0.7	0.7	
季戊四醇					0.5
MFI	8.1	2.84	2.03	1.81	2.15
发泡	是	轻微	轻微	是	否
总平均 FOT(sec.)	3.8	6.55	7.5	4.26	5.41

与无稳定剂的泡沫相比,包括稳定剂的组合物显示可接受的火焰熄灭时间,MFI 值显示改进的聚碳酸酯分子量保持性和低发泡趋势。

实施例 51-53 和比较例 51-52

制备包括表中给出量的聚碳酸酯(PC)、硼源和硅氧烷源的组合物。所有组合物还包含 4 重量%ABS、2 重量%BPADP 和 1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物。所有组合物还含有 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂,据信它们不影响阻燃性能。所有重量%值按组合物的总重量计。阻燃试验的结果在表

9 中给出。缩写"PDMS"是指具有给定粘度(单位:厘沲)的聚二甲基硅氧烷。"总平均 FOT"是指第一次平均火焰熄灭时间与第二次平均火焰熄灭时间之和。"PDMS"是指具有给定粘度(单位:厘沲)的聚二甲基硅氧烷。组合物通过挤出加工。

表 9

组分	实施例 51	实施例 52	实施例 53	比较例 51	比较例 52
PC	88.66	89.2	89.63	89.72	89.73
PDMS/ OH 封端 60cSt	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
	1.08	0.54	0.11	0.022	0.011
FOT1(平均秒)	1.13	1.18	3.89	1.76	---
FOT2(平均秒)					
总平均 FOT(秒)	2.08	3.6	6.43	9.42	---
加工	良好	良好	粗挤出物线料	粗挤出物线料	不能挤出

与包括含量低于 0.1 重量%硼源 d 的组合物相比,包括含量大于 0.1wt %的硼源的组合物显示可接受的火焰熄灭时间并且容易加工。图 3 给出 FOT2 与实施例 51-53 和 cEX.51 的加工组合物中的氧化硼量图。

可以看出,在恒定硅氧烷量下,FOT2 随氧化硼量增加而降低。

实施例 54-61

基础配方包聚碳酸酯与 4 重量%ABS、1.92 重量%硼酸、1%的聚四氟乙烯在 SAN 中的 50%浓缩物、和 0.6 重量%脱模剂和热稳定剂的,其中所有重量%值按组合物的总重量计。本发明的组合物通过用表中给出的 wt %量(按组合物总量计)的硅源替代基础配方中的部分聚碳酸酯来制备。一些组合物还包括各种含量的聚二甲基硅氧烷链段与 BPA 聚碳酸酯链段组合的 PC-硅氧烷共聚物作为硅氧烷源。表中的 PC-硅氧烷共聚物按格式指定,其中第一个数值表示共聚物中的重量%硅氧烷,第二个"D"数值表示初始硅氧烷起始物

质中的 D 单元的大约数值(例如 D2、D10 等)。其它硅氧烷源包括"PDMS LV", 一种具有粘度约 5 cSt 的聚二甲基硅氧烷。阻燃试验结果在表 10 中给出。平均第一和第二火焰熄灭时间(FOT)以秒给出。

表 10

实施例	硅源	硅氧烷量(wt%)	FOT1	FOT2
54	5D2	50	3.0	11.9
55	3D10	83.3	2.1	6.9
56	3D20	83.3	4.2	7.7
57	20D50	12.5	4.8	8.8
58	36D50	6.94	5.2	8.4
59	PDMS LV	2.5	4.7	4.5
60	Ph ₂ Si(OH) ₂	7.29	4.7	10.9
61	八苯基环四硅氧烷	6.69	1.7	8.2

该数据显示各种硅氧烷源与硼源组合在包括聚碳酸酯的组合物中提供足够的 FOT 值。

尽管本发明已在典型的实施方案中进行了说明和描述,但本发明并不限于给出的细节,因为可在不以任何方式离开本发明精神下进行各种改进和取代。如此,本领域熟练技术人员可仅用常规试验对这里公开的本发明进行进一步改进和等同替换,据信所有这些改进和等同替换在下面权利要求定义的本发明精神和范围内。这里引用的所有专利作为参考引入。

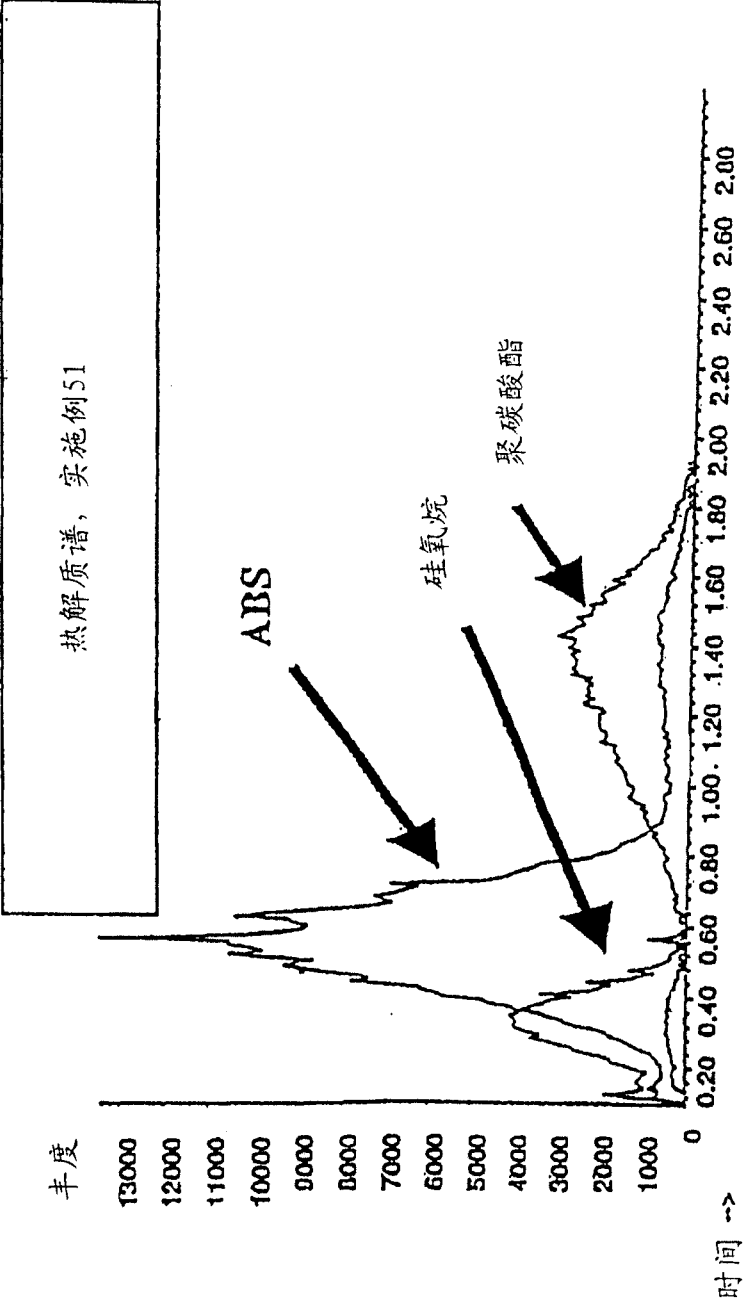


图 1

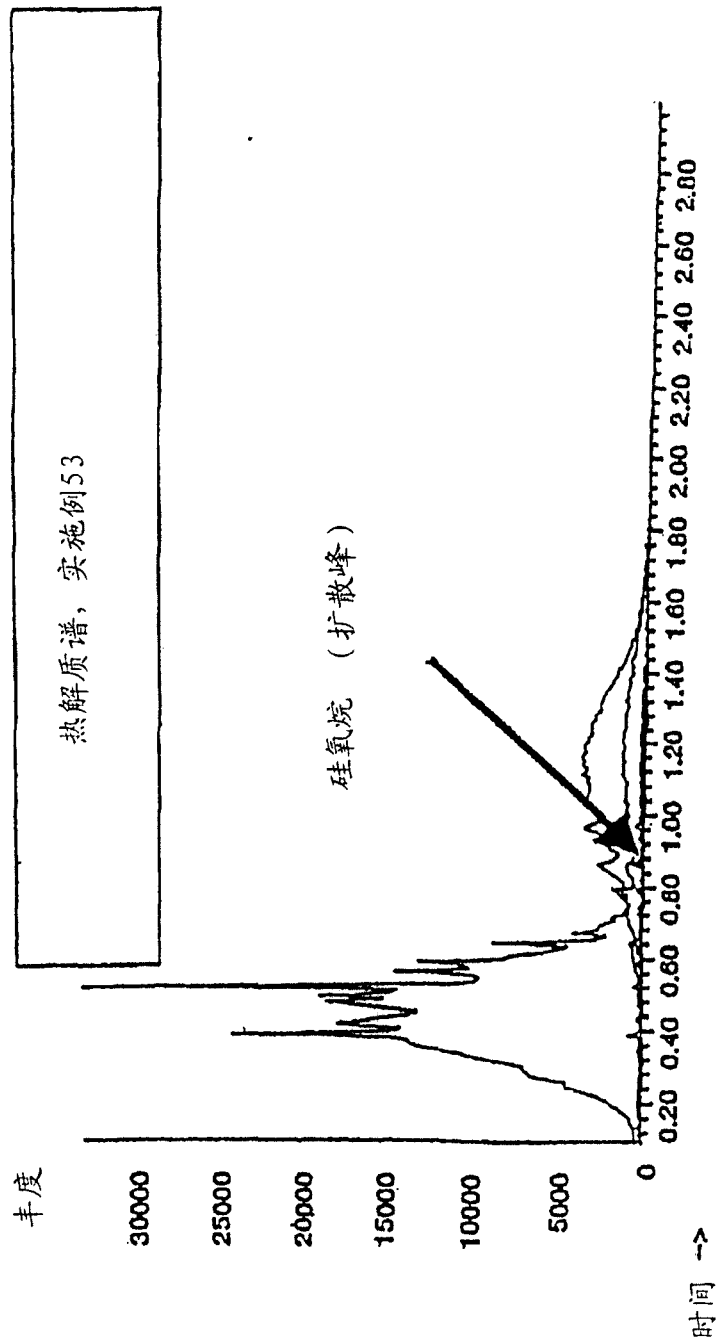


图2

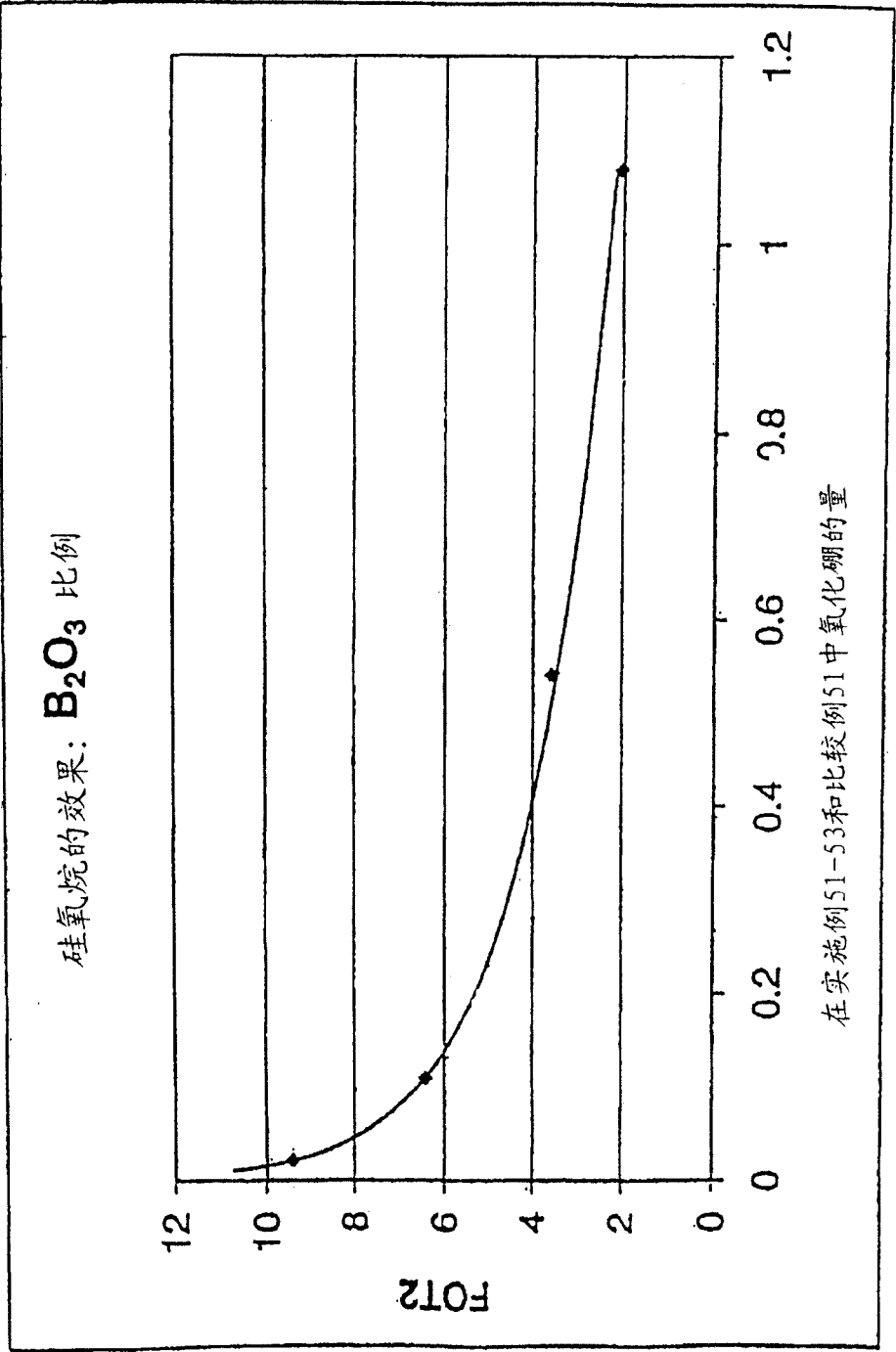


图 3