

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580028446.4

[51] Int. Cl.

H01B 7/29 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

C08K 3/26 (2006.01)

[43] 公开日 2007年7月25日

[11] 公开号 CN 101006528A

[22] 申请日 2005.8.22

[21] 申请号 200580028446.4

[30] 优先权

[32] 2004.8.25 [33] US [31] 60/604,341

[86] 国际申请 PCT/US2005/029901 2005.8.22

[87] 国际公布 WO2006/026256 英 2006.3.9

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.25

[71] 申请人 陶氏环球技术公司

地址 美国密歇根州

[72] 发明人 J·M·科让 T·S·林

J·克利尔 P·D·惠利

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 程伟

权利要求书 3 页 说明书 10 页

[54] 发明名称

改进的交联和阻燃汽车电线

[57] 摘要

本发明涉及含有金属导体、环绕该金属导体的阻燃绝缘层和任选的环绕该绝缘层的电线护套的交联汽车电线。该汽车电线通过一个或多个不同的汽车电缆测试规程的技术要求：(a) SAE J-1128、(b) ISO-6722、(c) LV 112、(d) Chrysler MS-8288 和 (e) Renault 36-36-05009/-L。特别地，该阻燃绝缘层由可交联热塑性聚合物和金属碳酸盐制成。用于制造该绝缘层的阻燃组合物显示了在经济与加工方面优于传统解决方案的进步。本发明还涉及制备低压初级汽车电线的方法及由此制成的汽车电线。

1. 一种汽车电线，含有：
 - a. 金属导体；
 - 5 b. 环绕该金属导体的阻燃绝缘层，其由阻燃组合物制成，该组合物含有：
 - (i) 可交联热塑性聚合物，
 - (ii) 金属碳酸盐，其存在量应足以使长度和宽度为 101.6 毫米且厚度为 1.3 毫米的试样具有大于或等于大约 140 秒的达到放热高峰的时间 (TTPHRR)，TTPHRR 是采用热通量为 35kW/m^2 的锥形量热法
10 测得的，和
 - (iii) 交联剂；和
 - c. 环绕该绝缘层的电线护套。
- 15 2. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其中所述可交联热塑性树脂是聚烯烃。
3. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐选自碳酸钙、
碳酸钙镁或碳酸镁。
20
4. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐以大于或等于大约 10wt% 的量存在。
5. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐以大于或等
25 于大约 20wt% 的量存在。
6. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其中所述阻燃组合物进一步含有金属水合物，其量使得金属碳酸盐和金属水合物的组合赋予试样大于或等于大约 140 秒的 TTPHRR。
30
7. 根据权利要求 6 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐对金属水合

物比率为至少大约 1:4。

8. 根据权利要求 6 所述的汽车电线，其中所述金属水合物以小于大约 40wt% 的量存在。

5

9 根据权利要求 6 的汽车电线，其中所述金属水合物以小于大约 35wt% 的量存在。

10. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其含有小于大约 2wt% 的硅氧烷
10 聚合物。

11. 根据权利要求 1 所述的汽车电线，其基本不含硅氧烷聚合物。

12. 一种汽车电线，含有：

15

a. 金属导体；

b. 环绕该金属导体的阻燃绝缘层，其由阻燃组合物制成，该组合物含有：

(i) 可交联热塑性聚合物，

(ii) 金属碳酸盐，

20

(iii) 金属水合物，和

(iv) 交联剂，

25

其中金属碳酸盐的量和金属水合物的量使得其组合足以使长度和宽度为 101.6 毫米且厚度为 1.3 毫米的试样具有大于或等于大约 120 秒的达到放热高峰的时间 (TTPHRR)，TTPHRR 是采用热通量为 35kW/m² 的锥形量热法测得的；和

c. 环绕该绝缘层的电线护套。

13. 根据权利要求 12 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐以大于或等于大约 10wt% 的量存在。

30

14. 根据权利要求 12 所述的汽车电线，其中所述金属水合物以小于大约 40wt% 的量存在。

15. 根据权利要求 12 所述的汽车电线，其中所述金属碳酸盐对金属水合物的比率为至少大约 1:4。
- 5 16. 根据权利要求 12 所述的汽车电线，其含有小于大约 2wt%的硅氧烷聚合物。
17. 一种制备低压初级汽车电线的方法，包括以下步骤：
- a. 选择阻燃组合物，其含有
- 10 (i) 可交联热塑性组合物，
(ii) 金属碳酸盐，其存在量足以使长度和宽度为 101.6 毫米且厚度为 1.3 毫米的试样具有大于或等于大约 140 秒的达到放热高峰的时间 (TTPHRR)，TTPHRR 是采用热通量为 35kW/m^2 的锥形量热法测得的，和
- 15 (iii) 交联剂；
- b. 在金属导体上涂敷该阻燃组合物的绝缘涂层以形成绝缘导体；
和
- c. 在绝缘导体上施加电线护套。
- 20 18. 根据权利要求 17 所述制成的低压初级汽车电线。

改进的交联和阻燃汽车电线

5 本发明涉及汽车线缆（wire-and-cable）应用。本发明特别涉及用于低压初级电线用途的绝缘材料。

通常，要求汽车电线具有如 Society of Automotive Engineers(SAE)、行业组织或各汽车生产商所提出的一定的阻燃性能。例如，低压初级电缆必须遵守 SAE J-1128、ISO-6722、LV 112、Chrysler MS-8288 和
10 Renault 36-36-05-009/-L 的一个或多个技术规范。

值得注意的是，包含作为阻燃剂的金属氢氧化物或金属氢氧化物混合物的聚烯烃基配方经设计符合各种技术规范。不幸的是，因为需要大量金属氢氧化物以产生阻燃性，由此使配方成本显著增加，这些解决方案已被证明是不适当的。

15 在这类金属氢氧化物中，某些金属氢氧化物引起加工问题。例如，氢氧化铝（ATH）引起混合（compounding）速率问题。具体而言，ATH 在高于大约 175°C 的温度下分解。此外，含有卤化阻燃剂的聚烯烃基配方造成它们自己的一系列问题。值得注意地，它们造成了环境问题，并且是昂贵的解决方案。

20 因此，需要一种对含有大量金属氢氧化物或卤化阻燃剂的配方的低成本替代物，其达到 SAE J-1128 性能和其它技术规范。更具体地，需要低成本、可操作的替代物——其利用金属氢氧化物的阻燃优点，并尽量减少表现出这些优点所需的金属氢氧化物的量。还需要选择此类组合物的方法。

25 本发明是含有金属导体、环绕该金属导体的阻燃绝缘层和任选的环绕该阻燃绝缘层的电线护套的交联汽车电线。该汽车电线通过一个或多个不同的汽车电缆测试规程的技术要求：（a）SAE J-1128、（b）ISO-6722、（c）LV 112、（d）Chrysler MS-8288 和（e）Renault
30 36-36-05-009/-L。特别地，该阻燃绝缘层由可交联热塑性聚合物和金属碳酸盐制成。用于制造该绝缘层的阻燃组合物显示了在经济与加工方面优于传统解决方案的进步。本发明还是制备低压初级汽车电线（low

tension primary automotive wire) 的方法及由此制成的汽车电线。

本发明的交联汽车电线包括金属导体、环绕该金属导体的阻燃绝缘层和任选的环绕该阻燃绝缘层的电线护套。该汽车电线通过一个或多个不同的汽车电缆测试规程的技术要求：(a) SAE J-1128、(b) 5 ISO-6722、(c) LV 112、(d) Chrysler MS-8288 和 (e) Renault 36-36-05-009/-L。

该金属导体可以是用于汽车电线用途的任何已知金属导体，如铜。

阻燃绝缘层由含有可交联热塑性聚合物和金属碳酸盐的阻燃组合物制成。该金属碳酸盐的存在量必须足以使长和宽为 100 毫米且厚 1.3 10 毫米的试样具有大于或等于大约 140 秒的达到放热高峰的时间 (TTPHRR), TTPHRR 是使用热通量为 35kW/m^2 的锥形量热法测得的。TTPHRR 更优选大于或等于 145 秒。优选地，该阻燃组合物含有少于大约 2wt% 的硅氧烷聚合物。更优选地，该阻燃组合物基本不含硅氧烷聚合物。

15 该可交联热塑性树脂优选为聚烯烃。适宜的聚烯烃包括乙烯聚合物、丙烯聚合物及其掺合物。该聚烯烃聚合物优选基本不含卤素。

本文中所用术语乙烯聚合物是乙烯的均聚物，或乙烯和小比例的一种或多种含有 3 至 12 个碳原子、优选 4 至 8 个碳原子的 α -烯烃以及 20 任选二烯的共聚物，或此类均聚物与共聚物的混合物或掺合物。该混合物可以是机械掺合物 (mechanical blend) 或原位掺合物 (in situ blend)。 α -烯烃的例子是丙烯、1-丁烯、1-己烯、4-甲基-1-戊烯和 1-辛烯。该聚乙烯也可以是乙烯与不饱和酯，例如乙烯基酯 (例如，乙酸乙烯酯，或者是丙烯酸或甲基丙烯酸酯) 的共聚物；乙烯与不饱和酸，例如丙烯酸的共聚物；或乙烯与乙烯基硅烷 (例如，乙烯基三甲氧基 25 硅烷和乙烯基三乙氧基硅烷) 的共聚物。

该聚乙烯可以是均相或非均相的。均相聚乙烯通常具有 1.5 至 3.5 的多分散性 (M_w/M_n) 和基本均匀的共聚单体分布，其特征在于如差示扫描量热计所测得的单一的和相对低的熔点。非均相聚乙烯通常具有大于 3.5 的多分散性 (M_w/M_n)，并缺乏均匀的共聚单体分布。 M_w 30 是指重均分子量， M_n 是指数均分子量。

该聚乙烯的密度可以为 0.860 至 0.960 克/立方厘米，优选 0.870 至

0.955 克/立方厘米。其熔体指数可以为 0.1 至 50 克/10 分钟。如果该聚乙烯为均聚物，其熔体指数优选为 0.75 至 3 克/10 分钟。按照 ASTM D-1238，条件 E 测定熔体指数，并在 190°C 和 2160 克的条件下测量。

5 低压或高压法可以制造该聚乙烯。它们可以以气相法或液相法（即，溶液法或淤浆法）通过传统技术制造。低压法通常在低于 1000 磅/平方英寸（“psi”）的压力下进行，而高压法通常在高于 15,000psi 的压力下进行。

10 用于制备这些聚乙烯的典型的催化剂体系包括镁/钛-基催化剂体系、钒基催化剂体系、铬基催化剂体系、金属茂催化剂体系和其它过渡金属催化剂体系。这些催化剂体系中的许多通常被称为齐格勒-纳塔催化剂体系或菲利普催化剂体系。可用的催化剂体系包括使用在二氧化硅-氧化铝载体上的铬或钼氧化物的催化剂。

15 可用的聚乙烯包括由高压法制成的乙烯低密度均聚物（HP-LDPEs）、线型低密度聚乙烯（LLDPEs）、极低密度聚乙烯（VLDPEs）、超低密度聚乙烯（ULDPEs）、中密度聚乙烯（MDPEs）高密度聚乙烯（HDPE）和金属茂共聚物。

20 高压法是典型的自由基引发的聚合反应，并在管式反应器或搅拌高压釜中进行。在管式反应器中，压力为 25,000 至 45,000psi，温度为 200 至 350°C。在搅拌高压釜中，压力为 10,000 至 30,000psi，温度为 175 至 250°C。

25 优选的聚合物是由乙烯与不饱和酯或酸构成的共聚物，其是公知的，并可以通过传统高压技术制备。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酯。烷基可以含有 1 至 8 个碳原子，优选 1 至 4 个碳原子。羧基可以含有 2 至 8 个碳原子，优选 2 至 5 个碳原子。来自酯共聚单体的共聚物部分可以是共聚物重量的 5 至 50wt%。丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯的例子是丙烯酸乙酯、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。羧酸乙烯酯的例子是乙酸乙烯酯、丙酸乙烯酯和丁酸乙烯酯。不饱和酸的例子包括丙烯酸或马来酸。

30 乙烯/不饱和酯共聚物或乙烯/不饱和酸共聚物的熔体指数可以是 0.5 至 50 克/10 分钟，优选 2 至 25 克/10 分钟。

也可以使用乙烯和乙烯基硅烷的共聚物。适宜的硅烷的例子是乙烯基三甲氧基硅烷和乙烯基三乙氧基硅烷。此类聚合物通常使用高压法制造。当想要得到湿交联性组合物时，使用此类乙烯/乙烯基硅烷共聚物是合意的。任选地，可以在自由基引发剂的存在下，使用用乙烯基硅烷接枝的聚乙烯，制造湿交联性组合物。当使用含硅烷的聚乙烯时，在配方中包含交联催化剂（如二月桂酸二丁锡或十二烷基苯磺酸）或另一路易斯或布朗斯台德酸或碱催化剂，也是合意的。

VLDPE 或 ULDPE 可以是乙烯与一种或多种含有 3 至 12 个碳原子并优选 3 至 8 个碳原子的 α -烯烃的共聚物。该 VLDPE 或 ULDPE 的密度可以为 0.870 至 0.915 克/立方厘米。该 VLDPE 或 ULDPE 的熔体指数可以为 0.1 至 20 克/10 分钟，优选 0.3 至 5 克/10 分钟。来自除乙烯外的共聚单体的 VLDPE 或 ULDPE 部分可以为共聚物重量的 1 至 49wt%，优选为 15 至 40wt%。

第三共聚单体可以包括，例如，另一 α -烯烃或二烯，如亚乙基降冰片烯、丁二烯、1,4-己二烯或双环戊二烯。乙烯/丙烯共聚物通常被称为 EPRs，乙烯/丙烯/二烯三元共聚物通常被称为 EPDM。第三共聚单体的存在量可以为共聚物重量的 1 至 15wt%，优选为 1 至 10wt%。优选地，该共聚物含有两种或三种乙烯之外的共聚单体。

LLDPE 可以包括 VLDPE、ULDPE 和 MDPE，它们也是线型的，但通常密度为 0.916 至 0.925 克/立方厘米。其可以是乙烯与一种或多种含有 3 至 12 个碳原子、优选 3 至 8 个碳原子的 α -烯烃的共聚物。熔体指数可以为 1 至 20 克/10 分钟，优选为 3 至 8 克/分钟。

在这些组合物中可以使用任何聚丙烯。例子包括丙烯的均聚物，丙烯与其它烯烃的共聚物，和丙烯、乙烯与二烯（例如降冰片二烯和癸二烯）的三元共聚物。此外，可以用其它聚合物（例如 EPR 或 EPDM）分散或掺合该聚丙烯。在 Polypropylene Handbook: Polymerization, Characterization, Properties, Processing, Applications 3-14, 113-176 (E. Moore, Jr. ed., 1996) 中描述了聚丙烯的例子。

合适的聚丙烯可以是 TPEs、TPOs 和 TPVs 的成分。这些含聚丙烯的 TPEs、TPOs 和 TPVs 可以用于此用途。

合适的金属碳酸盐的例子包括碳酸钙、碳酸钙镁和碳酸镁。在本

发明中还可以使用天然生成的金属碳酸盐，包括碳酸镁钙、菱镁矿和白云石。金属碳酸盐优选以大于或等于大约 10wt% 的量存在。该碳酸盐更优选以大于或等于大约 20wt% 的量存在。

5 该阻燃组合物还可以含有金属水合物 (hydrates)。适宜的例子包括氢氧化铝 (也称作 ATH 或三水合铝) 和氢氧化镁 (也称作二氢氧化镁)。其它阻燃金属氢氧化物是本领域技术人员已知的。这些金属氢氧化物的使用被认为落在本发明的范围内。

金属碳酸盐和金属氢氧化物的表面可以用一种或多种材料涂覆，包括硅烷、钛酸盐、锆酸盐、羧酸和马来酸酐接枝聚合物。合适的涂
10 料包括美国专利 US 6,500,882 中公开的那些。平均粒度可以为小于 0.1 微米至 50 微米。有时，可能需要使用具有纳米级粒度的金属碳酸盐或金属氢氧化物。金属氢氧化物可以是天然生成的或合成的。

如存在时，金属氢氧化物的存在量使得金属碳酸盐与金属水合物的组合赋予试样大于或等于大约 140 秒的 TTPHRR。优选地，该金属
15 水合物的存在量使得金属碳酸盐对金属水合物的比率为至少大约 1:4。此外，金属水合物优选以小于大约 40wt%、更优选小于大约 35wt% 的量存在。

该阻燃组合物可以含有其它阻燃添加剂。合适的非卤化阻燃添加剂包括红磷、二氧化硅、氧化铝、氧化钛、碳纳米管、滑石、粘土、
20 有机改性粘土、有机硅聚合物、硼酸锌、三氧化铋、硅灰石、云母、位阻胺稳定剂、八钼酸铵、八钼酸三聚氰胺、玻璃料、中空玻璃微球、膨胀化合物和膨胀石墨。合适的卤化添加剂包括十溴二苯醚、十溴代二苯基乙烷、亚乙基双(四溴苯邻二甲酰亚胺)和双(六氯环戊二烯)环辛烷 (dechlorane plus)。

25 此外，该阻燃组合物可以含有纳米粘土。该纳米粘土优选具有至少一个在 0.9 至 200 纳米尺寸范围内的维度，更优选至少一个在 0.9 至 150 纳米的维度，再更优选 0.9 至 100 纳米，最优选 0.9 至 30 纳米。

该纳米粘土优选是层状的，包括纳米粘土，例如蒙脱石、麦羟硅钠石、氟化合成云母、滑石粉、氟锂皂石、合成锂皂石、海泡石、绿
30 坡缕石、锂蒙脱石、贝得石、蛭石、高岭石、囊脱石、铬岭石、斯皂石、pyrosite、锌蒙脱石和水羟硅钠石。该层状纳米粘土可以是天然生

成的或合成的。

通过用含有有机阳离子的化合物处理该纳米粘土，可以用有机阳离子交换该纳米粘土的一部分阳离子（例如钠离子）。或者，该阳离子可以包括氢离子或被氢离子（质子）取代。优选的交换阳离子是咪唑鎓盐、磷、铵、烷基铵和多烷基铵。合适的铵化合物的例子是二甲基、二(氢化牛脂)铵。优选地，该阳离子涂层的存在量为层状纳米粘土加阳离子涂层的总重量的 15 至 50wt%。在最优选的纳米粘土中，阳离子涂层的存在量大于层状纳米粘土加阳离子涂层总重量的 30wt%。另一优选的铵涂层是十八烷基铵。

10 该组合物可以含有偶联剂以提高可交联热塑性聚合物与该纳米粘土之间的相容性。偶联剂的例子包括硅烷、钛酸盐、锆酸盐和各种用马来酸酐接枝的聚合物。对本领域技术人员而言，其它偶联技术是显而易见的，并被认为落在本发明的范围内。

此外，该阻燃组合物可以含有其它添加剂，例如抗氧化剂、稳定剂、发泡剂、炭黑、颜料、操作助剂、过氧化物、固化助促进剂（cure booster）、焦化抑制剂、和用于处理可能存在的填料的表面活性剂。

如果该电线包含任选的电线护套，则该电线护套由挠性聚合物材料制成，并优选通过熔体挤出法成型。

在另一实施方案中，该阻燃绝缘层由含有可交联热塑性聚合物、金属碳酸盐和金属水合物的阻燃组合物制成，其中金属碳酸盐与金属水合物的组合赋予试样大于或等于约 120 秒的 TTPHRR。金属碳酸盐对金属水合物的比率为至少大约 1:4。同样优选地，金属水合物以小于大约 40wt%、更优选小于大约 35wt%的量存在。优选地，该阻燃组合物含有小于大约 2wt%的硅氧烷聚合物。更优选地，该阻燃组合物基本不含硅氧烷聚合物。

在另一实施方案中，本发明是制备交联的、低压初级汽车电线的方法。本发明的方法的步骤包括（a）选择用于绝缘层的阻燃组合物，（b）将所选阻燃组合物作为绝缘层涂敷在金属导体上以形成绝缘导体，和（c）使绝缘层交联。任选地，该实施方案可以进一步包括在绝缘导体上施加电线护套的步骤。合适的交联方法包括过氧化、电子束、湿固化和其它公知方法。

在优选实施方案中，本发明是由前述方法制成的低压初级汽车电线。此外，本发明的阻燃组合物被认为可用于器具用途。

实施例

5 下列非限制性实施例阐述本发明。

对每种下列例示性组合物而言，绝缘组合物用实验室级 Brabender 混合器混合，并用极限氧指数 (LOI) 和锥形量热计分析。按照 ASTM D-2863 在 127 毫米×6.4 毫米×3.2 毫米的试样上进行 LOI。按照 ASTM E-1354 在 100 毫米×100 毫米×1.3 毫米的试样上，用 35kW/m² 的热通量，在没有栅格的情况下进行锥形量热。锥形量热法测量结果包括按 kW/m² 计的峰热释放率 (PHRR)、按秒计的达到峰热释放率的时间 (TTPHRR)、按秒计的引燃时间 (TTI)、按 kW/m²s 计的火焰增长速率指数 (FIGRA)、和按 s-m²/kW 计的火焰性能指数 (FPI) (fire performance index)。将 PHRR 除以 TTPHRR，计算 FIGRA。将 TTI 除
10 以 PHRR，计算 FPI。
15

下列材料用于示例性组合物。乙烯-丙酸乙酯 (EEA) 的熔体指数为 1.30 克/10 分钟，密度为 0.93 克/立方厘米，丙烯酸乙酯共聚单体含量为 15wt%。该 EEA 来自 The Dow Chemical Company。其可以以 Amplify™ EA 100 为名购得。乙烯-乙酸乙烯酯 (EVA) 的熔体指数为
20 2.50 克/10 分钟，密度为 0.94 克/立方厘米，乙烯乙酸酯共聚单体含量为 18wt%。该 EVA 来自 DuPont。其可以以 Elvax™ 460 为名购得。乙烯/辛烯共聚物的熔体指数为 4.0 克/10 分钟，密度为 0.9 克/立方厘米。乙烯/辛烯共聚物来自 The Dow Chemical Company。其可以以 Attane™ 4404 为名购得。

25 三氢氧化铝 (ATH) 的平均粒度为 1.1 微米。将碳酸钙 (CaCO₃) 研磨并用脂肪酸涂敷，其平均粒度为 3.5 微米。氢氧化镁 (Mg(OH)₂) 是沉淀的，平均粒度为 1.8 微米。纳米粘土是如专利合作条约申请 WO 01/83370 中所述制成的合成有机-麦羟硅钠石。

以标准聚合级获得硬脂酸锌。氧化锌的表面积为 9 平米/克，以
30 Kadox™ 911P 为名购自 Zinc Corporation of America。Irganox 1010 四[亚甲基(3,5-二叔丁基-4-羟基水-肉桂酸)]甲烷可购自 Ciba Specialty

Chemicals Inc.

聚二甲基硅氧烷在 25°C 下的粘度为 60,000 厘沲。该硅氧烷浓缩液在低密度聚乙烯中含有 50wt% 的超高分子量硅氧烷聚合物，并可以以 MB50-002 为名购自 Dow Corning, Inc。二氧化硅是来自 PPG Industries, Inc 的 Hi-Sil 135。

该组合物挤出到 18-直径/19-股电线上，并施加 10MRad 的 4.5MeV 电子束以使绝缘组合物交联。

不合格的实施例 1-5，对比例 6 和实施例 7

10

表 I

成分	不合格的例 1	不合格的例 2	不合格的例 3	不合格的例 4	不合格的例 5	对比例 6	例 7
EEA	59.90	64.90	59.90	59.90	29.90		29.90
EVA						46.74	
ATH				30.00		50.00	
CaCO ₃	30.00	30.00			60.00		30.00
Mg(OH) ₂			30.00				30.00
纳米粘土		5.00					
硬脂酸锌						0.35	
氧化锌						2.21	
Irganox 1010	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70	0.10
硅氧烷浓缩液	10.00		10.00	10.00	10.00		10.00
电线挤出参数							
RPM	50	50	50	55	55	50	55
PSI	2160	2000	2150	2000	2600	3250	3250

对下列数据，要使组合物合格，SAE J-1128 平均燃烧时间必须少于 70 秒。要使组合物合格，MS-8288 平均燃烧时间必须少于 30 秒。

表 II

性质	不合格的 例 1	不合格的 例 2	不合格的 例 3	不合格的 例 4	不合格的 例 5	对比例 6	例 7
密度	1.16	1.19	1.14	1.14	1.53	1.38	1.49
LOI	40	22	28	24	33	26	39
PHRR	413.5	308.5	305	465	226.5	339.7	115.5
TTPHRR	102.5	97.5	142.5	135	132.5	155	185
TTI	59.5	54	73	46.5	78.5	63	111.5
FIGRA	4.0	3.2	2.1	3.4	1.7	2.2	0.6
FPI	0.14	0.18	0.24	0.10	0.35	0.19	0.97
SAE J-1128 燃烧试验							
烧到夹具?	是	是	否	是	是	否	否
平均燃烧时间(秒)	180	132	30	200	140	35	42
合格	否	否	是	否	否	是	是
MS-8288 燃烧试验							
烧到夹具?	是	否	否	否	否	否	否
平均燃烧时间(秒)	80	74	27	63	58	5	18
合格	否	否	是	否	否	是	是

锥形量热法结果与使配方通过 SAE J-1128 和 MS-8288 有关。
TTPHRR 大于或等于大约 140 秒的阻燃组合物通过了 SAE J-1128 和
5 MS-8288 测试。

因此, 应根据具有大于或等于大约 140 秒的达到放热高峰的时间来选择含有金属碳酸盐的用于低压初级汽车电线绝缘层的阻燃组合物。

阻燃组合物: 实施例 8-12

表 III

用于实施例 8-12 的下列配方代表通过 SAE J-1128 和 MS-8288 测

试的组合物。

成分	例 8	例 9	例 10	例 11	例 12
EEA	45.90	44.90	47.90		49.90
EVA					
乙烯/辛烯共聚物				49.90	50.00
CaCO ₃	25.00	25.00	25.00	50.00	
Mg(OH) ₂	25.00	25.00	25.00		
二氧化硅		5.00			
聚二甲基硅氧烷			2.00		
Irganox 1010	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
硅氧烷浓缩液	4.00				
性质					
密度	1.36	1.40	1.36	1.35	1.40
LOI	29	26	29	21	25
PHRR	187	200	242	167	450
TTPHRR	160	145	145	150	148
TTI	127	81	114	80	67
FIGRA	1.2	1.4	1.7	1.1	3.0
FPI	0.68	0.41	0.47	0.48	0.15