

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01B 3/44

C08K 9/02

C09D127/12

C08L 27/12



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01808056.1

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1214401C

[22] 申请日 2001.4.12 [21] 申请号 01808056.1

[30] 优先权

[32] 2000.4.13 [33] US [31] 60/196,945

[86] 国际申请 PCT/US2001/011856 2001.4.12

[87] 国际公布 WO2001/080253 英 2001.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2002.10.14

[71] 专利权人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 P·A·托利

审查员 韩 伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘元金 罗才希

权利要求书 2 页 说明书 9 页

[54] 发明名称 金属线导体被覆工艺

[57] 摘要

有氧化物包衣二氧化钛颜料的氟聚合物向金属线导体上的高速熔体挤出工艺。

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

1. 一种导体的被覆工艺，包含向所述导体上熔体挤出一种共混物，该共混物包含
- (a) 可熔体加工的氟聚合物，其挠曲寿命大于 1000 循环，而且
5 本身能以至少 12.7m/s 挤出，和
- (b) 一种颜料，包含有一个或多个包含硅和铝中至少一种的氧化物或氧化物混合物的包衣层的二氧化钛，
- 所述熔体挤出以至少 10m/s 的速度进行，给出一种有不多于 10 个料团/41,000m 或不多于 10 个火花/41,000m 的被覆的导体，
10 所述二氧化钛上的最外层是氧化物、水合氧化物或二者。
2. 权利要求 1 的工艺，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯的一种共聚物。
3. 权利要求 1 的工艺，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯和六氟丙烯的一种共聚物。
- 15 4. 权利要求 1 的工艺，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯和全氟（烷基·乙烯醚）的一种共聚物。
5. 权利要求 1 的工艺，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯、六氟丙烯、和全氟（乙基·乙烯醚）的一种共聚物。
6. 权利要求 5 的工艺，其中，该氟聚合物的六氟丙烯含量是 6 重
20 量%~16 重量%，且该氟聚合物的全氟（乙基·乙烯醚）含量是 0.2 重量%~4 重量%。
7. 权利要求 1 的工艺，其中，该可熔体加工的氟聚合物的熔体流动速率为 15 克/10 分钟~50 克/10 分钟。
8. 权利要求 1 的工艺，其中，二氧化钛用硅氧化物层和铝氧化物
25 层包衣，和硅氧化物层的量是该颜料总重量的 1~20 重量%，铝氧化物层的量是该颜料总重量的 1~10 重量%。
9. 权利要求 1 的工艺，其中，所述颜料是该共混物总重量的 0.01%~25%。
10. 权利要求 1 的工艺，其中，所述挤出速度大于 13m/s。
- 30 11. 权利要求 1 的工艺，其中，该被覆有少于 10 料团/41,000 m 和少于 10 个火花/41,000 m。
12. 一种能以至少 10m/s 的速度熔体挤出到一种导体上的组合物，

包含

(a) 可熔体加工的氟聚合物，其挠曲寿命大于 1000 循环，而且本身能以至少 12.7m/s 挤出，和

(b) 一种颜料，包含有一个或多个包含硅和铝中至少一种的氧化物或氧化物混合物的包衣层的二氧化钛，

所述二氧化钛上的最外层是氧化物、水合氧化物或二者。

13. 权利要求 12 的组合物，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯的一种共聚物。

14. 权利要求 12 的组合物，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯和六氟丙烯的一种共聚物。

15. 权利要求 12 的组合物，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯和全氟（烷基·乙烯醚）的一种共聚物。

16. 权利要求 12 的组合物，其中，该可熔体加工的氟聚合物是四氟乙烯、六氟丙烯、和全氟（乙基·乙烯醚）的一种共聚物。

17. 权利要求 16 的组合物，其中，该氟聚合物的六氟丙烯含量是 6 重量% ~ 16 重量%，且该氟聚合物的全氟（乙基·乙烯醚）含量是 0.2 重量% ~ 4 重量%。

18. 权利要求 12 的组合物，其中，该可熔体加工的氟聚合物的熔体流动速率为 15 克/10 分钟 ~ 50 克/10 分钟。

19. 权利要求 12 的组合物，其中，二氧化钛用硅氧化物层和铝氧化物层包衣，和硅氧化物层的量是该颜料总重量的 1 ~ 20 重量%，铝氧化物层的量是该颜料总重量的 1 ~ 10 重量%。

20. 权利要求 12 的组合物，其中，所述颜料是该共混物总重量的 0.01% ~ 25%。

25

金属线导体被覆工艺

技术领域

5 本发明涉及有颜料的氟聚合物对金属线导体的高速挤出被覆。

背景技术

可熔体加工的氟聚合物广泛用来作为导体即金属线的绝缘。“淋
10 喷混料电缆”（Plenum cable）就是一种这样的用途。淋喷混料电缆用
于办公大楼、学校等中的电话、计算机、和类似的布线。金属线上的
氟聚合物被覆形成了优异的绝缘，因为它不是可燃的。氟聚合物的进
一步优点是它们的低介电常数 - 通信金属线绝缘方面的一种理想性
能。

可熔体加工的氟聚合物是通过熔体挤出在金属线被覆设备上而施
用到金属线上的，所述金属线被覆设备的设计是业内人士众所周知的。
15 这些金属丝一般是成对使用的，通常称为“双扭线”，而且为了区分
配对的金属线，绝缘层是有颜色的。这一对中的一根金属线是白的，
而另一根是蓝的或红的或另一种非白颜色，使得不仅可以把配对的金
属线彼此区分开，而且也可以通过该非白绝缘金属线的各种颜色将该
双扭线彼此区分开。美国专利 No. 5, 789, 466 描述了使用有硅烷包衣的
20 二氧化钛（TiO₂）的氟聚合物白色着色。

金属线被覆典型地是以约 1500 英尺/分钟（7.6m/s）进行的。这称
为“线速度”。该聚合物的熔体粘度是一个限制线速度的因素。随着
线速度增加，达到了一个该被覆的外观和质量开始恶化的点。这种恶
化表现为表面粗糙，被覆厚度变异例如沿该金属线长度方向上若干间
25 隔的聚合物料团，和该被覆的绝缘质量缺陷，称之为“火花”。

为了该金属线被覆设备的更高效率使用和更高生产率，理想的是，
既能提高线速度又不损失被覆质量。事实上，该绝缘的质量标准目前
比过去更高，因为对更快和更接近无失误传输的需求日益增加。最近
已经开发了能以 2500 英尺/分钟（12.7m/s）、较好 3000 英尺/分钟（15m/s）
30 的速度挤出到金属线上的聚合物。然而，传统上用于金属线被覆用氟
聚合物中的白色颜料在高速挤出方面表现不佳，而给出了有不可接受
料团水平和火花水平的绝缘。

目前需要能以高速度挤出到金属线上的、有白颜料的氟聚合物组合物，以给出少或无料团或火花的绝缘。

发明内容

5 在一种实施方案中，本发明是一种导体的被覆工艺，包含向所述导体上熔体挤出一种共混物，该共混物包含

(a) 可熔体加工的氟聚合物，其挠曲寿命大于约 1000 循环，而且本身能以至少约 2500 英尺/分钟 (12.7m/s) 挤出，和

(b) 一种颜料，包含有一个或多个包含硅和铝中至少一种的氧化物或氧化物混合物的包衣层的二氧化钛，

10 所述挤出以至少约 2000 英尺/分钟 (10m/s) 的速度进行，给出一种有不多于约 10 个料团/135,000 英尺 (41,000m) 或不多于约 10 个火花/135,000 英尺 (41,000m) 的被覆的导体。

在第二种实施方案中，本发明是一种能以至少约 2000 英尺/分钟 (10m/s) 的速度熔体挤出到一种导体上的组合物，包含

15 (a) 可熔体加工的氟聚合物，其挠曲寿命大于约 1000 循环，而且本身能以至少约 2500 英尺/分钟 (12.7m/s) 挤出，和

(b) 一种颜料，包含有一个或多个包含硅和铝中至少一种的氧化物或氧化物混合物的包衣层的二氧化钛。

详细描述

20 本发明中使用的可熔体加工氟聚合物是不仅本身能高速挤出而且也显示出以高挠曲寿命为特征的优异物理性能的那种特殊类别。因此，本发明的可熔体加工氟聚合物较好包含至少一种氟聚合物、有约 320°C 以下的熔点、而且有约 15 克/10 分钟 ~ 50/克 10 分钟、较好约 20 克/10 分钟 ~ 40 克/10 分钟的熔体流动速率 (MFR)。

25 氟单体是能在本发明工艺中聚合、含有至少 35 重量% 氟、较好至少 50 重量% 氟的单体，包括有 2~10 个碳原子的氟烯烃，和式 $CY_2 = CYOR$ 或 $CY_2 = CYOR'OR$ 的氟乙烯醚，式中 Y 是 H 或 F，-R 和 -R' 各自独立地是含有 1~8 个碳原子的全氟化或部分氟化的烷基和亚烷基。较好的 -R 基团含有 1~4 个碳原子且较好是全氟化的。较好的 -R' 基团含有 2~4 个碳原子且较好是全氟化的。较好的全氟(烷基·乙

30 R'-基团含有 2~4 个碳原子且较好是全氟化的。较好的全氟(烷基·乙

烯醚) (PAVE) 是全氟(丙基·乙

烯醚) (PPVE) 和全氟(乙基·乙

烯醚) (PEVE)。更好的 PAVE 是 PEVE。较好的全氟烯烃有 2~6

个碳原子，且包括 TFE、六氟丙烯（HFP）、氯三氟乙烯（CTFE）、氟乙烯、偏二氟乙烯（VF₂）、三氟乙烯、六氟异丁烯、和全氟丁基乙烯（PFBE）。更好的氟烯烃是 TFE 和 HFP。

本发明的氟聚合物是可熔体加工的。“可熔体加工”这一术语系指该共聚物可以用惯常熔体挤出手段加工（即制作成薄膜、纤维、管材、金属丝被覆等成形物品）。该氟聚合物较好是共聚物，更好的是 TFE 或 CTFE 的共聚物，最好的是 TFE 的共聚物。这些可以是 TFE 或者 CTFE 与其它氟单体的共聚物。它们也可以是 TFE 或者 CTFE 与非氟单体例如烃类单体的共聚物。与氟单体的某些组合共聚的烃类单体包括丙烯和乙烯。较好的烃类单体是乙烯。“共聚物”系指通过使两种或更多种单体聚合而制成的一种聚合物。

可用共聚物的实例包括 TFE 与 HFP 和/或全氟（烷基·乙烯醚）例如 PPVE 或 PEVE 的共聚物，TFE 与 PMVE 的共聚物，以及 TFE 或 CTFE 与乙烯的共聚物。进一步的实例包括偏二氟乙烯与 HFP 的共聚物，或者与 HFP 和 TFE 的共聚物。如以上所蕴涵的，共聚物可以含有所列举的氟单体以外的另外一些单体。例如，TFE/乙烯共聚物当包括另外一些能导入庞大侧基的单体例如 PFBE、HFP、PPVE 或 2-三氟甲基-3,3,3-三氟-1-丙烯时是最有用的。

TFE 的较好共聚物是 TFE 与 HFP 的共聚物，和 TFE 与氟化乙烯醚的共聚物。更好的是 TFE、HFP、和 PAVE 的共聚物。最好的是 TFE、HFP、和 PEVE 的共聚物。

本发明中使用的氟聚合物的组成和分子量选自以上所述，使得该氟聚合物不仅能以高速度挤出，而且当按照 ASTM D2176 测定时也具有良好的挠曲寿命。以至少约 2500 英尺/分钟（12.7m/s）、较好约 3000 英尺/分钟（15m/s）的速度挤出的能力，是用当像美国专利 4,380,618 中所述那样按照 ASTM D-1238T 测定时较好具有约 15g/10 分钟~50g/10 分钟的熔体流动速率的氟聚合物实现的。该测试中使用的温度和重量取决于该氟聚合物的组成。

制作如此高熔体流动速率的氟聚合物不只是一个降低分子量的问题。由于聚合物的物理性能强烈依赖于分子量，因而，只降低分子量（提高熔体流动速率）会导致对金属线绝缘等应用来说重要的性能例如挠曲寿命的损失。针对这种趋势，必须对氟聚合物的组成进行调整，

例如改进单体比例或改变所使用的单体。为在以熔体流动速率衡量的低分子量时具有以挠曲寿命衡量的良好物理性能而设计的特定氟聚合物的实例公开于美国专利 No. 5, 677, 404 和 No. 5, 703, 185 中。这些是 TFE、HFP、和 PEVE 的共聚物。TFE、HFP、和 PEVE 的共聚物中的 HFP 含量是大约 6 重量%~大约 16 重量%。较好的 HFP 含量是大约 6 重量%~10 重量%。更好的 HFP 含量是大约 6 重量%~大约 8 重量%。PEVE 含量是大约 0.2 重量%~大约 4 重量%。较好的 PEVE 含量是大约 1 重量%~大约 3 重量%。更好的 PEVE 含量是大约 1.5 重量%~大约 2.5 重量%。这些氟聚合物（按照 ASTM D-2176 测定）的挠曲寿命大于大约 1000 循环、较好大于大约 2000 循环、更好大于大约 4000 循环。业内人士将会认识到，也可以使用兼备高速挤出能力和高挠曲寿命的其它特定氟聚合物。

本发明中用于颜料用途的 TiO_2 一般呈金红石或锐钛结晶形式。这些晶形通常是分别用氯化物工艺或用硫酸盐工艺制作的，尽管锐钛矿形式随后可以焙烧成金红石形式。在氯化物工艺中， TiCl_4 氧化成 TiO_2 。在硫酸盐工艺中，把含钛矿石溶解于硫酸中，所得到的溶液经由一系列步骤得到 TiO_2 。这两种工艺，在 The Pigment Handbook 第一卷第 2 版（John Wiley & Sons, NY (1988)）中有更详细的描述。对上述工艺的产物通常执行某些修饰步骤，例如当还不是一种浆状物时调成浆状物、过滤、洗涤、干燥、用一种流体能量磨研磨。流体能量磨涉及把干燥 TiO_2 颜料和一种流体例如空气或水蒸汽导入一股内旋式涡流的外部，使得能以高速度把 TiO_2 输送到该螺旋涡流的壳体上而使聚集体破碎，如同美国专利 No. 4, 427, 451 中所述。 TiO_2 平均粒度可以在 5~1000nm 范围内，但为了有效表现为一种白色颜料，通常在 150~400nm 范围内。

美国专利 No. 5, 789, 466 公开了有硅烷包衣 TiO_2 颜料着色的氟聚合物能以可高达约 1500 英尺/分钟 (7.6m/s) 的速度良好地挤出到一种导体上。进一步公开的是，有氧化物包衣的 TiO_2 在这些挤出条件下对于氟聚合物来说不是一种令人满意的颜料，给出有很多料团和火花的绝缘。在挤出法金属线被覆速度提高到 2000~3000 英尺/分钟 (10~15m/s) 的范围的进程中，已经发现，使用有硅烷包衣 TiO_2 颜料着色的氟聚合物得到有已知为料团和火花的类型的缺点的金属线绝缘。进而，

令人惊讶的是，已经发现，有硅和铝的氧化物或氧化物混合物层包衣的 TiO_2 着色的氟聚合物能以这些线速度挤出，并给出很少或没有料团与火花的绝缘。这一点与美国专利 No. 5, 789, 466 公开的内容相反。这里所述的氧化物包衣可以是水合的，在技术上有时描述为水合氧化物或羟基氧化物。

硅石包衣 TiO_2 是按照美国专利 2, 885, 366 中公开的方法制作的。这些包衣在技术上已知为“紧密”包衣（美国专利 No. Re. 27,818）。

本发明的有效硅石包衣 TiO_2 不需要“紧密”。美国专利 3,591,398 描述了 TiO_2 的其它硅石包衣。

10 有氧化铝包衣的 TiO_2 作为高速挤出到金属线上用氟聚合物中的一种颜料是有效的。美国专利 No. 4, 416, 699 描述了这样一种颜料的制作方法。该颜料上的氧化铝包衣可以像美国专利 4, 460, 655 中公开的那样用氟化物处理。这些氧化铝包衣或 Re. 27, 818 中公开的类型的那些包衣被描述为无定形的。美国专利 No. 3, 523, 810 中公开的“勃姆石”
15 型氧化铝包衣也是有效的。无定形氧化铝包衣优于勃姆石氧化铝包衣。

本发明的硅石和氧化铝包衣 TiO_2 可以在该 TiO_2 微粒上有硅石包衣，也可以有氧化铝包衣。较好的是，该 TiO_2 先用硅石包衣，然后在
20 该硅石包衣上施用该氧化铝包衣。该硅石是大约 1~大约 20 重量%、较好大约 1~大约 10 重量%、更好大约 3~大约 6 重量%。该氧化铝是大约 1~大约 10 重量%、较好大约 1~大约 5 重量%、更好至少大约 3 重量%。氧化铝与硅石的重量比是大约 1 : 10~大约 10 : 1、较好大约 3 : 1~大约 1 : 3。

该 TiO_2 的硅石-氧化铝包衣可以用氧化硼（boria）改性，如美国专利 No. 5, 753, 025 中所公开的。

25 本发明中使用的 TiO_2 颜料，在该硅石和/或氧化铝包衣之下或之上，也可以有其它氧化物包衣。例如，美国专利 No. 3, 859, 109 中公开了用硅石包衣、然后进一步用氧化锆、氧化镓或氧化钛包衣层包衣的 TiO_2 颜料。美国专利 No. 6, 200, 375 中描述了先用其它氧化物包衣的 TiO_2 。

30 这些包衣颜料，按照本发明，可以进一步用有时称为分散剂的有机材料例如有机硅烷处理。该有机硅烷有化学式 $\text{SiR}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{R}_4$ 。至少一个 R 基团是一种非水解性非官能性有机基团，且至少一个 R 基团是一

种选自烷氧基、乙酰氧基、羟基或卤根组成的一组的水解性基团，其余 R 基团选自所述非水解性有机基团和所述水解性基团组成的一组。硅烷包衣公开于美国专利 No. 5, 562, 990 中。该有机处理也可以是一种聚硅氧烷，例如聚二甲基硅氧烷，如美国专利 No. 4, 810, 305 中所公开的。其它有机的和无机的处理公开于美国专利 No. 3, 459, 091 中。硅烷和聚硅氧烷处理是较好的。在未加说明的情况下，该处理剂是以大约 0.1~大约 1 重量%的水平存在的。

该氟聚合物中颜料的浓度，以氟聚合物和颜料的合计重量为基准，可以是大约 0.01~大约 25 重量%。

10 业内人士将会认识到， TiO_2 不只是作为白色着色剂使用，而且也可以与有色的无机或有机颜料或染料混合以赋予颜色。本发明的公开包括其它着色剂与 TiO_2 颜料的这样一些组合。

本发明的金属丝被覆典型地是大约 0.1~大约 40 密耳 (2.5~1000 μm) 厚、较好大约 1~大约 20 密耳 (25~500 μm) 厚、更好大约 15 2~大约 10 密耳 (50~250 μm) 厚、最好大约 4~大约 7 密耳 (100~175 μm) 厚。

理想的是，金属丝被覆有尽可能少的料团和火花。按照本发明的公开内容制作的被覆金属丝有少于大约 10 个料团/135,000 英尺 (41,000m) 和少于大约 10 个火花/135,000 英尺 (41,000m)、较好少于大约 5 个料团/135,000 英尺 (41,000m) 和少于大约 5 个火花/135,000 英尺 (41,000m)、更好少于大约 2 个料团/135,000 英尺 (41,000m) 和不多于大约 2 个火花/135,000 英尺 (41,000m)。

实施例

这些实施例中使用的聚合物具有美国专利 No.5,677,404 和 25 No.5,700,889 中所述的类型。该聚合物是四氟乙烯 (TFE)、六氟丙烯 (HFP)、和全氟 (乙基·乙烯醚) (PEVE) 的一种三元共聚物。该聚合物含有大约 7 重量% HFP 和 2 重量% PEVE，其余是 TFE。该聚合物的熔体流动速率 (MFR) 是 30g/10 分钟，是按照美国试验与材料学会 (ASTM) 试验 D-1238-52T 测定的，但试验方法改进如下：圆筒、小孔和活塞端部由一种耐腐蚀合金 Stellite 19 制成，由美国印第安纳州 30 Goshen 市 Deloro Stellite 公司制。将 5.0g 样品加入 9.53mm (0.375 英寸) 内径圆筒中，保持在 372 $^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。该样品加入该圆筒中之后 5 分

钟，在 5000g 的负荷（活塞加砝码）下，使之通过一个 2.10mm（0.0825 英寸）直径、8.00mm（0.315 英寸）长方缘小孔挤出。MFR 是观测到的挤出速率，用 g/10 分钟单位表示。

5 聚合物挠曲寿命是像美国专利 No. 5, 703, 185 中所述那样按照 ASTM D-2176 测定的，实测值大于 2000 循环。

这些实施例的组合物制备时使用的 TiO₂ 颜料是：

类型 1—金红石，最低限度 97% TiO₂，表面有机包衣（0.3 重量% 碳），X 射线圆盘离心法平均粒度 0.22μm，密度为 4.2g/ml；

10 类型 2—金红石，最低限度 96% TiO₂，表面包衣氧化铝（3.2 重量%）/有机（0.25 重量% 碳），X 射线圆盘离心法平均粒度 0.23μm，密度为 4.1g/ml；

类型 3—金红石，最低限度 89% TiO₂，表面包衣硅石（5.5 重量%）/氧化铝（3.3 重量%），X 射线圆盘离心法平均粒度 0.35μm，密度为 3.9g/ml。

15 还评估了六种其它类型的颜料。它们以及以上类型汇总在表 1 中。

表 1

| 类型 | TiO ₂ 包衣组成,重量%, 以 TiO ₂ 、SiO ₂ 和 Al ₂ O ₃ 的合计重量为基准 | 美国专利号 | 有机处理 |
|----|---|------------|--------------|
| 1 | 无硅石或氧化铝包衣 | 5,889,090 | 1% 辛基三乙氧基甲硅烷 |
| 2 | 3% Al ₂ O ₃ | 4,460,655 | 0.3% 三羟甲基丙烷 |
| 3 | 6% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ | Re. 27,818 | 无 |
| 4 | 无硅石或氧化铝包衣 | 2,559,638 | 0.3% 三乙醇胺 |
| 5 | 2.5% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 3,523,810 | 0.3% 三羟甲基丙烷 |
| 6 | 3% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 5,753,025 | 0.3% 三羟甲基丙烷 |
| 7 | 11% SiO ₂ (多孔性)/5% Al ₂ O ₃ | 3,591,398 | 无 |
| 8 | 3% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 5,753,025 | 聚二甲基硅氧烷 |
| 9 | 3% Al ₂ O ₃ | 5,562,990 | 辛基三乙氧基甲硅烷 |

母料制备

TiO₂ 颜料与粒料状聚合物干共混，得到颜料浓度为大约 5 重量%

的共混物。将干共混物进料到一台 28mm Kombiplast 双螺杆挤出机中，在约 330℃配混。挤出物用水骤冷，并切断成粒料。这就是熔体共混母料。

该熔体共混母料的熔体流动性能汇总在表 2 中。

5

表 2

| 共混物样品中的颜料类型 | 熔体流动速率 (g/10 分钟) |
|-------------|------------------|
| 1 | 24.3 |
| 2 | 27.4 |
| 3 | 29.6 |
| 4 | 30.6 |
| 5 | 29.8 |
| 6 | 30.5 |
| 7 | 31.4 |
| 8 | 32.3 |
| 9 | 27.4 |

实施例 1

将熔体共混母料与聚合物按 1:99 的比例干共混，得到含有 500 ppm 颜料的共混物。然后，这些共混物用来把白色绝缘层挤出到 AWG 24 固体铜导体上，使用的是一台 45mm 直径 Nokia Maillefer 单螺杆挤出机（加拿大安大略省康科德），其长度/直径为 30/1，配备一个 B&H Tool 公司（美国加利福尼亚州圣马科斯）75 直角机头、一个有混炼头的螺杆、一个 0.275 英寸（7.00mm）直径模头、和一个 0.152 英寸（3.86mm）直径导向器梢部。熔体温度是大约 790°F（420℃）。线速度是大约 2000 英尺/分钟（10m/s），牵伸比是大约 70/1。挤出物在空气中冷却大约 40 英尺（12m），通过一个 48 英尺（15m）水浴，然后在空气中穿过一台在 2.5 kV 运行的珠链火花试验机，到达一个卷取系统。所得到的金属线被覆厚度是 0.007 英寸（0.18mm）。在启动时，将未加颜料的聚合物进料到该挤出机中，直至线速度提高并正常运行。然后把该挤出机进料过渡到该共混物。生产大约 135,000 英尺（41,000m）用每一种组合物被覆的金属线。此外，用天然氟聚合物树脂（无颜料）生产 90,000 英尺（27,500m）数量的金属线。结果汇总在表 3 中。

不用颜料制成的金属线被覆在 90,000 英尺（27,500m）中没有料

团，有 5 个火花。从含有氧化铝或氧化铝/硅石包衣颜料的组合物制成的金属线被覆有不多于 3 个料团和 8 个火花。大多数组合物没有料团，有 5 个或更少的火花。用没有氧化物包衣的颜料着色的聚合物制成的金属线被覆有可多达 4 个料团和 87 个火花。这些结果显示含有氧化铝或氧化铝/硅石包衣颜料的氟聚合物组合物在金属线包衣高速挤出方面的效益。

表 3

| 类型 | TiO ₂ 包衣组成，重量%，以 TiO ₂ 、SiO ₂ 、和 Al ₂ O ₃ 的合计重量为基准 | 火花 | 料团 |
|----|---|----|----|
| 1 | 无硅石或氧化铝包衣 | 87 | 2 |
| 2 | 3% Al ₂ O ₃ | 5 | 0 |
| 3 | 6% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ | 3 | 0 |
| 4 | 无硅石或氧化铝包衣 | 13 | 4 |
| 5 | 2.5% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 8 | 3 |
| 6 | 3% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 5 | 1 |
| 7 | 11% SiO ₂ (多孔性) /5% Al ₂ O ₃ | 3 | 0 |
| 8 | 3% SiO ₂ /3% Al ₂ O ₃ (勃姆石) | 3 | 0 |
| 9 | 3% Al ₂ O ₃ | 3 | 0 |
| - | 不加颜料的聚合物 | 5 | 0 |

该实施例中的试验显示，用有氧化物包衣的 TiO₂ 着色的氟聚合物当熔体挤出到一种导体上时给出缺陷少的金属线被覆。

10

实施例 2

在与实施例 1 中那些类似的条件下，但使用一台 60mm Nokia Mallaifer 挤出机，在 776°F (413°C) 的熔体温度、745°F (396°C) 的模头和梢部温度，以 3000 英尺/分钟 (15m/s) 把聚合物挤出到 AWG24 固体铜导体上。当挤出正常进行时，把挤出机进料过渡到含有 500 ppm 类型 3 颜料的共混物。所制成的金属线被覆实测在 315,000 英尺 (96,000m) 被覆导体中没有料团而且有一个火花。

15