



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I681994 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：107122059

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 27 日

(51)Int. Cl. : **C08L23/08 (2006.01)** **C08L83/07 (2006.01)**
C08K5/14 (2006.01) **C08J3/24 (2006.01)**
H01B3/30 (2006.01) **H01B7/02 (2006.01)**

(30)優先權：2017/06/29 世界智慧財產權組織 PCT/CN2017/090770
2017/09/18 世界智慧財產權組織 PCT/CN2017/102074
2017/11/13 美國 62/585180

(71)申請人：美商陶氏全球科技有限責任公司(美國) DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC
(US)
美國

(72)發明人：張楷男 ZHANG, KAINAN (CN)；孫亞斌 SUN, YABIN (CN)；柯根 傑佛瑞 M
COGEN, JEFFREY M. (US)；波森 汀摩子 J PERSON, TIMOTHY J. (US)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

CN 1345893A CN 105308102A
US 2009/0145627A1

審查人員：陳建安

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：0 共 39 頁

(54)名稱

聚烯烴組合物

(57)摘要

本發明係關於一種包含聚烯烴聚合物、烯基官能性單環有機矽氧烷及有機過氧化物的聚烯烴組合物；自其製得之產物；製備及使用其之方法；及含有其之製品。

A polyolefin composition comprising a polyolefin polymer, an alkenyl-functional monocyclic organosiloxane, and an organic peroxide; products made therefrom; methods of making and using same; and articles containing same.

【發明說明書】

【中文發明名稱】聚烯烴組合物

【英文發明名稱】POLYOLEFIN COMPOSITION

【技術領域】

【0001】 領域包括聚烯烴組合物、由其製得之產物、製備及使用其之方法及含有其之製品。

【先前技術】

【0002】 絕緣電導體通常包括由絕緣層覆蓋之導電芯。導電芯可為固體或絞線（例如電線束）。一些絕緣電導體亦可含有一個或多個其他元件，諸如一個或多個半導體層及/或保護套（例如，捲繞電線、膠布或護套）。實例為塗佈金屬線及電力電纜，包含用於低電壓（「LV」， > 0 至 < 5 千伏（kV））、中等電壓（「MV」， 5 至 < 69 kV）、高電壓（「HV」， 69 至 230 kV）及超高電壓（「EHV」， > 230 kV）電傳輸/分佈應用之彼等。電力電纜之評定可使用 AEIC/ICEA 標準及/或 IEC 測試方法。

【0003】 授予 B. T. MacKenzie, Jr.（「MacKenzie」）之 US 4,005,254 關於用於化學交聯含乙烯聚合物之無壓固化系統及由此形成之產物。可固化組合物包括含乙烯聚合物、固化劑及經四甲基四乙烷基環四矽氧烷處理之無機填料。在組合物之製備中，聚合物、無機填料、四甲基四乙烷基環四矽氧烷及其他添加劑如在班伯里（Banbury）中地精細摻合。在此混配操作期間，據稱四甲基四乙烷基環四矽氧烷與填料相互作用或塗佈填料，且產物稱為經矽氧烷處理之填料。必要時，可在單獨操作中利用四甲基四乙烷基環四矽氧烷預處理無機填料，

且隨後將經矽氧烷處理之填料與聚合物及其他添加劑摻合。實例 1 之 MacKenzie 之甲苯萃取物（化合物%）資料（0.0 重量百分比（wt%）四甲基四乙烷基環四矽氧烷）為 11.6% 且對於實例 2 及實例 3（按總組合物重量計，各 0.97 wt% 四甲基四乙烷基環四矽氧烷）分別為 9.6% 及 11.8%（表 I）。鑒於比較實例 1 之可萃取物百分比（相對於實例 2 及實例 3 之彼等），熟習此項技術者應認識到，實例 2 及實例 3 中之四甲基四乙烷基環四矽氧烷並未有助於含乙烯聚合物之交聯。相反地四甲基四乙烷基環四矽氧烷塗佈矽酸鋁填料，如由 MacKenzie 所教示。

【0004】 授予 J. M. Cogen 等人之 US 8,426,519 B2 係關於聚矽氧熱塑性聚合物反應性摻合物及使用低成本後反應器反應性混合（例如擠出）製備之共聚物產物。所述程序係基於熱塑性聚合物基質內之環狀矽氧烷之開環聚合。在較佳模式中，熱塑性聚合物為聚烯烴，視情況含有可供用於與原位形成之聚矽氧聚合物反應之矽烷基團。所得材料提供能夠使應用範圍擴展至超出僅由熱塑性聚合物或聚矽氧或其實體摻合物所實現之應用的混合效能。

【0005】 授予 Z-l Wu 等人之 CN104277182A 及文章《使用八乙烷基多面體寡聚倍半矽氧烷作為交聯劑之低密度聚乙烯之交聯（Crosslinking of low density polyethylene with Octavinyl polyhedral oligomeric silsesquioxane as the crosslinker）》，J. Wu. 等人，《RSC 進展（RSC Advances）》，2014, 第 4 卷, 第 44030 頁，係關於一種使用八乙烷基多面體寡聚倍半矽氧烷作為交聯劑製備交聯低密度聚乙烯之方法。

【發明內容】

【0006】 吾等認識到一種損害先前聚烯烴之交聯及效能之問題。可將助劑與聚烯烴摻合以得到具有增加的交聯能力之聚烯烴組合物，但習知助劑具有其

侷限性。舉例而言，習知助劑在聚烯烴組合物中通常具有有限溶解度或混溶性。此限制了助劑在組合物中之最大負載量。其亦引起助劑不當遷移至組合物之表面（例如丸粒之表面），限制了組合物之儲存壽命。習知助劑亦會造成其他問題。舉例而言，在固化時其可能產生交聯程度不充分之交聯產物。或者組合物可能固化太過緩慢而無法用於某些製造操作（例如電力電纜製造、射出模製及膜擠出）。或者組合物可能過早固化（亦即在電纜擠出、射出模製及膜擠出期間會有焦化傾向）。不出意料地，此等問題限制了與聚烯烴一起使用之習知助劑之結構。通常，習知助劑包括鍵結於兩個或更多個烯烴交聯基團之習知子結構基團。習知子結構基團為分別包括主結構或環之非環狀或環狀多價基團，在主結構或環中含有碳原子及視情況存在之氮及/或氧原子，但無矽原子。

【0007】 所述問題損害在較高電壓下操作之電力電纜之效能。絕緣層可能在擠出期間發生焦化，且最終引起其之損壞。可藉由在絕緣層中使用更有彈性的材料來延長達至此類損壞之時間，且由此提高電力傳遞之可靠度並且降低維護成本。

【0008】 對此問題之技術解決方案自先前技術並非顯而易見。因而有待藉由創造性來解決之問題為發現一種新的聚烯烴組合物，其包含聚烯烴聚合物及改良的助劑，其中所述聚烯烴組合物及固化其之交聯產物可在較高電壓下用作電力電纜(HV 或 EHV 電力電纜)中之絕緣層。吾等之分析表明，新的助劑理想地應為在其環中不含有碳或氮原子之環狀分子。

【0009】 吾等對此問題之技術解決方案包括一種包含聚烯烴聚合物及烯基官能性單環有機矽氧烷之聚烯烴組合物；由其製得之交聯聚烯烴產物；製備及使用其之方法；及含有其之製品。

【0010】 本發明聚烯烴組合物及產物可用於其中使用聚烯烴（包括交聯聚烯烴）之任何應用，包括擠出之物品、塗層、膜、薄片及射出模製物品，以及

電傳輸應用及其他不相關應用（諸如容器或載具部件）。

【實施方式】

【0011】發明內容及發明摘要以引用之方式併入本文中。

【0012】含有聚烯烴聚合物及烯基官能性單環有機矽氧烷之本發明聚烯烴組合物可經由照射或有機過氧化物固化（交聯）而無需烯基官能性單環有機矽氧烷之開環。固化反應以使得烯基官能性單環有機矽氧烷不生成聚合矽氧烷（聚矽氧聚合物）之方式進行。不受理論束縛，咸信，選擇聚烯烴組合物之組分，使得在聚烯烴組合物之固化期間烯基官能性單環有機矽氧烷不開環生成開環矽醇（ Si-OH ）官能性有機矽氧烷寡聚物（直鏈或分支鏈），且因此不在聚烯烴聚合物內原位形成聚合矽氧烷（聚矽氧聚合物）。烯基官能性單環有機矽氧烷不能進行開環至少部分地因為聚烯烴組合物不含有開環催化劑，且因此由於固化反應在不存在開環催化劑之情況下進行。未包括的開環催化劑為已知的且包括磷氮烯鹼。磷氮烯鹼具有核心結構 $\text{P}=\text{N}$ ，其中 N 自由價連接至氫、烴基、 $-\text{P}=\text{N}$ 或 $=\text{P}-\text{N}$ ，且 P 自由價連接至 $=\text{N}$ 或 $-\text{N}$ 。磷氮烯鹼之實例見於 US 8,426,519 B2, 第 9 列第 29 行至第 10 列第 31 行中。已知其他類型之開環催化劑，其未包括於聚烯烴組合物中且因此未包括於自其製備之交聯聚烯烴產物中。舉例而言，參見 F.O. Stark 等人,《聚矽氧 (Silicones)》,《綜合有機金屬化學物質 (Comprehensive Organometallic Chemistry)》,第 2 卷, 305, Pergamon Press (1982)。實例為強酸，諸如三氟甲磺酸及其金屬鹽、硫酸、過氯酸及鹽酸；陽離子開環催化劑，諸如金屬鹵化物；及陰離子開環催化劑，諸如有機鋰、鹼金屬氧化物及鹼金屬氫氧化物。在不存在開環催化劑之情況下，本發明聚烯烴組合物經歷烯基官能性單環有機矽氧烷對聚烯烴聚合物之交聯，經由自由基固化形成交聯聚烯烴產物。

甚至在環境水分存在下亦能有利地進行本發明交聯而無需烯基官能性單環有機矽氧烷之開環。本發明交聯之實施例避免磷氮烯鹼對交聯水準（交聯之程度）的一種或多種有害作用。

【0013】 不可預見地，相對於含有直鏈乙烯基甲氧基矽氧烷均聚物（寡聚物）、乙烯基甲基矽氧烷均聚物（寡聚物）或籠狀乙烯基官能性倍半矽氧烷之比較聚烯烴組合物或分別自其製備之產物，含有烯基官能性單環有機矽氧烷之本發明聚烯烴組合物或自其製備之本發明交聯聚烯烴產物具有至少一種改良性質。改良性質可為在交聯聚烯烴產物中達成 90% 交聯（「T90」）之時間段較短，如藉由下文描述之 T90 交聯時間測試方法所量測，其表明固化速率有利地更快；較高最大扭矩值（「MH」），如藉由 T90 交聯時間測試方法所量測，其表明在交聯聚烯烴產物中交聯程度有利地更高；在 140°C 下達成焦化之時間增加（「ts1」），如藉由下文描述之焦化時間測試方法所量測，其指示在擠出期間對聚烯烴組合物之過早固化的耐性有利地提高（例如，在擠壓機中固化代替在後擠壓機操作中固化）；及/或烯基官能性單環有機矽氧烷以較高濃度載入聚烯烴聚合物中而不會自烯基官能性單環有機矽氧烷「滲出」之能力，相較於在將習知助劑載入聚烯烴聚合物之情況下其為可能的。在聚烯烴組合物經一段時間之儲存期間之「滲出」如藉由下文描述之遷移量測測試方法或表面遷移測試方法所測定，其指示在聚烯烴組合物之聚烯烴聚合物中烯基官能性單環有機矽氧烷（作為矽類助劑）之較高相容性及/或溶解度。

【0014】 本發明聚烯烴組合物含有作為固化劑之有機過氧化物，相比於在藉由固化含有聚烯烴及有機過氧化物但不含烯基官能性單環有機矽氧烷之比較聚烯烴組合物製得之比較交聯聚烯烴產物中能夠達成的，藉由將其固化製得之所得本發明交聯聚烯烴產物之特徵可在於較高交聯程度（較高交聯數目）。相比於使用習知助劑而非烯基官能性單環有機矽氧烷所能夠達成的，所得本發明

交聯聚烯烴產物可具有較高交聯程度。聚烯烴組合物可具有更長儲存壽命而不會經歷「滲出」，可能由於相比於習知助劑在聚烯烴聚合物中之溶解度，烯基官能性單環有機矽氧烷在聚烯烴聚合物中之溶解度更高。相比於使用習知助劑而非烯基官能性單環有機矽氧烷所能夠達成的，本發明聚烯烴組合物可具有較短 T90 交聯時間（更快的交聯）。當將比較交聯聚烯烴產物調配成與本發明交聯聚烯烴產物具有相同交聯數目時，本發明交聯聚烯烴產物可具有較高耐焦化性（例如在 140°C 下之 ts1）。

【0015】下文以編號態樣形式描述某些本發明實施例以便易於交叉參考。其他實施例描述在本文中其他處。

【0016】態樣 1. 一種聚烯烴組合物，包含（A）聚烯烴聚合物，其為包含 50 至 100 重量%（wt%）乙烯屬單體單元、50 至 0 wt%（C₃-C₂₀） α -烯烴衍生之共聚單體單元及 20 至 0 wt% 二烯共聚單體單元的低密度聚乙烯（LDPE）聚合物，其中總重量百分比為 100.00 wt%；交聯有效量之（B）式（I）之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ （I），其中下標 n 為大於或等於 3 之整數；每個 R¹ 獨立地為（C₂-C₄）烯基或 H₂C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH₂)_m- 其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；並且每個 R² 獨立地為 H、（C₁-C₄）烷基、苯基或 R¹；及（C）有機過氧化物；其限制條件為所述聚烯烴組合物不含（亦即不具有）磷氮烯鹼。在一些態樣中，聚烯烴組合物不含任何開環催化劑。在一些態樣中當下標 n 為 4 時，聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多、替代地不含有 22 wt% 或更多、替代地不含有 20.0 wt% 或更多、替代地不含有 15 wt% 或更多、替代地不含有 10 wt% 或更多、替代地不含選自由氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦及其混合物組成之群的無機填充劑；在一些態樣中，n 為 3、4、5 或 6；替代地 3、4 或 5；替代地 5 或 6；替代地 3 或 4；替代地 3；替代地 4；替代地 5；替代地 6。

【0017】態樣 2. 一種聚烯烴組合物，包含（A）聚烯烴聚合物，其為包含

第 6 頁，共 34 頁(發明說明書)

50 至 100 重量% (wt%) 乙烯屬單體單元、50 至 0 wt% (C₃-C₂₀) α -烯烴衍生之共聚單體單元及 20 至 0 wt% 二烯共聚單體單元的低密度聚乙烯 (LDPE) 聚合物，其中總重量百分比為 100.00 wt%；(B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ (I)，其中下標 n 為大於或等於 3 之整數；每個 R^1 獨立地為 (C₂-C₄) 烯基或 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m$ - 其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；並且每個 R^2 獨立地為 H、(C₁-C₄) 烷基、苯基或 R^1 ；及 (C) 有機過氧化物；其限制條件為當下標 n 為 4 時，聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多、替代地不含有 22 wt% 或更多、替代地不含有 20.0 wt% 或更多、替代地不含有 15 wt% 或更多、替代地不含有 10 wt% 或更多、替代地不含選自由以下組成之群的無機填充劑：氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦以及其混合物；且限制條件為聚烯烴組合物不含磷氮烯鹼。在一些態樣中，聚烯烴組合物不含任何開環催化劑。在一些態樣中， n 為 3、4、5 或 6；替代地 3、4 或 5；替代地 5 或 6；替代地 3 或 4；替代地 3；替代地 4；替代地 5；替代地 6。

【0018】 態樣 3. 如態樣 1 或態樣 2 所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 3 且 (B) 式 (I) 之烯基官能性單環有機矽氧烷由限制 (i) 至 (x) 中之任一者描述：(i) 每個 R^1 獨立地為 (C₂-C₃) 烯基；且每個 R^2 獨立地為 H、(C₁-C₂) 烷基或 (C₂-C₃) 烯基；(ii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為 (C₁-C₂) 烷基；(iii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立地為 (C₁-C₂) 烷基；(v) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 為甲基；(vi) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m$ - 其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；且每個 R^2 獨立地為 H、(C₁-C₂) 烷基、或 (C₂-C₃) 烯基；(vii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m$ - 其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；且每個 R^2 獨立地為 (C₁-C₂) 烷基；(viii) 每個 R^{1a} 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m$ - 其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；且每個 R^2 獨立地為 (C₁-C₂) 烷基；(ix) 聚烯烴組合物不含

有 24 wt%或更多、替代地不含有 22 wt%或更多、替代地不含有 20.0 wt%或更多、替代地不含有 15 wt%或更多、替代地不含有 10 wt%或更多、替代地不含選自由以下組成之群的無機填充劑：氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦以及其混合物；及 (x) 限制 (ix) 與限制 (i) 至 (viii) 中之任一者的組合。

【0019】 態樣 4. 如態樣 1 或態樣 2 所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 4 且 (B) 式 (I) 之烯基官能性單環有機矽氧烷由限制 (i) 至 (x) 中之任一者描述：(i) 每個 R^1 獨立地為 (C_2-C_3) 烯基；且每個 R^2 獨立地為 H 、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(ii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(iii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(v) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 為甲基；(vi) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；且每個 R^2 獨立地為 H 、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(vii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(viii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(ix) 所述聚烯烴組合物不含有 24 wt%或更多、替代地不含有 22 wt%或更多、替代地不含有 20.0 wt%或更多、替代地不含有 15 wt%或更多、替代地不含有 10 wt%或更多、替代地不含任何無機填充劑；及 (x) 限制 (ix) 與限制 (i) 至 (viii) 中之任一者的組合。

【0020】 態樣 5. 如態樣 1 或態樣 2 所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 5 或 6 且 (B) 式 (I) 之烯基官能性單環有機矽氧烷由限制 (i) 至 (x) 中之任一者描述：(i) 每個 R^1 獨立地為 (C_2-C_3) 烯基；且每個 R^2 獨立地為 H 、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(ii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(iii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立

地為(C₁-C₂)烷基；(v) 每個 R¹ 為烯丙基；且每個 R² 為甲基；(vi) 每個 R¹ 獨立地為 H₂C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH₂)_m-其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；且每個 R² 獨立地為 H、(C₁-C₂)烷基、或(C₂-C₃)烯基；(vii) 每個 R¹ 獨立地為 H₂C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH₂)_m-其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；且每個 R² 獨立地為 (C₁-C₂)烷基；(viii) 每個 R^{1a} 獨立地為 H₂C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH₂)_m-其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；且每個 R² 獨立地為(C₁-C₂)烷基；(ix) 聚烯烴組合物不含有 24 wt%或更多、替代地不含有 22 wt%或更多、替代地不含有 20.0 wt%或更多、替代地不含有 15 wt%或更多、替代地不含有 10 wt%或更多、替代地不含選自由以下組成之群的無機填充劑：氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦以及其混合物；及(x) 限制(ix)與限制(i)至(viii)中之任一者的組合。

【0021】 態樣 6. 如態樣 1 至 5 中任一項所述之聚烯烴組合物由限制(i)至(vii)中的任一者所描述：(i) (A) 聚烯烴聚合物之特徵在於如藉由 ASTM D792-13, 方法 B, 在 2-丙醇中所量測, 密度為 0.86 至 0.97 公克/立方公分(g/cm³)；(ii) (A) 聚烯烴聚合物為聚烯烴組合物之重量的 80 至 99.89 重量% (wt%)；(iii) 所述(B)式(I)之單環有機矽氧烷為聚烯烴組合物之 0.1 至 3 wt%；且(C)有機過氧化物為聚烯烴組合物之 0.01 至 4.5 wt%；(iv) (i) 及(ii)兩者；(v) (i) 及(iii)兩者；(vi) (ii) 及(iii)兩者；及(vii) (i)、(ii) 及(iii)中之每一者。

【0022】 態樣 7. 如態樣 1 至 6 中任一項之聚烯烴組合物，進一步包含至少一種選自由以下組成之群的添加劑：(D) 習知助劑；(E) 抗氧化劑；(F) 填充劑；(G) 阻燃劑；(H) 受阻胺安定劑；(I) 抗樹劑 (tree retardant)；(J) 甲基自由基清除劑；(K) 防焦劑，(L) 成核劑，及(M) 碳黑；其限制條件為至少一種添加劑之總量為聚烯烴組合物之 > 0 至 70 wt%，替代地 > 0 至 60

wt%，替代地> 0 至 40 wt%，替代地> 0 至 20 wt%且限制條件為（F）填充劑不包括任何省略的填充劑。在一些態樣中，聚烯烴組合物進一步包括（E）抗氧化劑；替代地（E）抗氧化劑及（H）受阻胺穩定劑。

【0023】 態樣 8. 一種製造聚烯烴組合物之方法，所述方法包含使（A）聚烯烴聚合物，其為包含 50 至 100 重量%（wt%）乙烯屬單體單元、50 至 0 wt%（C₃-C₂₀） α -烯烴衍生之共聚單體單元及 20 至 0 wt%二烯共聚單體單元之低密度聚乙烯（LDPE）聚合物，其中總重量百分比為 100.00 wt%；（B）式（I）之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ （I）混合在一起以製造如態樣 1 至 6 中任一項之聚烯烴組合物。下標 n 及基團 R¹ 及 R² 如態樣 1 至 5 中任一項中所定義。（A）聚烯烴聚合物如態樣 1、2 及 6 中任一項中所定義。方法可進一步包括將態樣 7 中所定義之添加劑中之至少一者與組分（A）、（B）及（C）混合，以製備態樣 7 之聚烯烴組合物。

【0024】 態樣 9. 一種自由基固化態樣 1 至 7 中任一項之聚烯烴組合物以製造交聯聚烯烴產物之方法，所述方法包含在固化有效溫度下加熱聚烯烴組合物，以此方式使得（A）聚烯烴聚合物與（B）式（I）之單環有機矽氧烷反應，由此製造交聯聚烯烴產物。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含磷氮烯鹼，替代地任何開環催化劑。在一些態樣中，聚烯烴組合物為態樣 1 至 6 中之任一者之聚烯烴組合物。在固化有效溫度及任何其他所需反應條件（例如，壓力或惰性氣體氛圍）之情況下使交聯有效量之（B）及（C）有機過氧化物組合足以固化聚烯烴組合物且在所述環境下製造交聯聚烯烴產物。

【0025】 態樣 10. 一種交聯聚烯烴產物，藉由態樣 9 之固化方法製得。

【0026】 態樣 11. 一種製造製品，包含態樣 1 至 7 中任一項之聚烯烴組合物或態樣 10 之交聯聚烯烴產物的成形形式。在一些態樣中，製造製品選自：塗層、膜、薄片、擠出物品及射出模製物品。例如，經塗佈之導體、用於傳輸電

力或電信之導線及電纜之塗層、農業用膜、食品封裝、服裝用袋、食品雜貨用袋、大負荷袋、工業片材、托板及收縮包裹物、袋、桶、冰箱容器、蓋、玩具。

【0027】 態樣 12. 一種經塗佈導體，包含導電芯及至少部分地覆蓋所述導電芯之絕緣層，其中絕緣層的至少一部分包含如態樣 1 至 7 中任一項之聚烯烴組合物或態樣 10 之交聯聚烯烴產物。導電芯之實施例可為具有近端及遠端之電線，所述末端中之至少一者可不含絕緣層。

【0028】 態樣 13. 一種傳輸電之方法，所述方法包含跨越如態樣 12 之經塗佈導體之導電芯施加電壓，以便產生通過所述導電芯的電流。導電芯可為具有近端及遠端之電線且電可自電線之一端流向另一端。

【0029】 術語「助劑」意指增強交聯之化合物，亦即固化助劑。「習知助劑」為增強交聯之非環狀或環狀化合物且在其相應主結構或環子結構中含有碳原子。因此，習知助劑之主結構或環子結構係基於碳（碳類子結構）。相比之下，矽類助劑意指增強交聯之非環狀或環狀化合物且在其相應主結構或環子結構中含有矽原子。（B）式（I）之單環有機矽氧烷為環狀矽類助劑。

【0030】 術語「固化」及「交聯」在本文中可互換地使用，意指不經開環聚合而形成交聯產物（網狀聚合物）。

【0031】 表述「固化有效溫度」為足以引發（C）有機過氧化物之分解從而變為組分（A）及（B）之間的（自由基）反應物之熱能程度。

【0032】 術語「含乙烯聚合物」意指含有衍生自 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 之重複單元之大分子。

【0033】 術語「(甲基)丙烯酸酯」包含丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯及其組合。(甲基)丙烯酸酯可為未經取代的。

【0034】 如本文所用之術語「開環催化劑」意指引發環狀矽氧烷單體之開環聚合反應及/或促進環狀矽氧烷單體之開環聚合反應之速率之物質。

【0035】如本文所用之術語「開環聚合」為一類鏈增長聚合反應，其中聚合物鏈之反應性末端打開環狀單體之環，生成更長聚合物鏈。

【0036】聚烯烴組合物：單相或多相、均勻或非均勻、連續相或不連續相之含有由衍生自一個或多個含有碳-碳雙鍵之單體之重複單元構成之大分子及烯基官能性單環有機矽氧烷分子的可交聯物質。在一些態樣中，聚烯烴組合物可進一步含有一個、兩個或更多個視情況存在之成分或添加劑。聚烯烴組合物之總重量為 100.00 wt%。

【0037】聚烯烴組合物可藉由多種不同方式製得。在一些態樣中，聚烯烴組合物可藉由以下製得：將 (A) 聚烯烴聚合物之熔融物與 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷及 (C) 有機過氧化物及任何視情況選用之組分 (例如，任何零個、一個或多個組分 (D) 至 (M)) 混合，以得到作為組分 (A)、(B)、(C) 及任何視情況存在之組分之摻合物的聚烯烴組合物。混合可包括混配、捏合或擠出。為了促進混合，一個或多個組分 (例如，(B)、添加劑 (C)、(D)、(E) 及等等) 可以含於 (A) 之一部分中的添加劑母料形式提供。

【0038】在另一態樣中，聚烯烴組合物可藉由以下製得：將 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷及視情況零個、一個或多個任何視情況存在之組分 (例如 (D) 抗氧化劑) 與未熔融形式之 (A) 聚烯烴聚合物接觸，以得到作為組分 (A)、(B) 及任何視情況存在之組分之摻合物的聚烯烴組合物。接觸可包括浸泡、吸取或注射。組分 (B) 及一個或多個任何視情況存在之組分獨立地可藉由混配、擠出、吸取、注射、捏合或浸泡來組合。混合或接觸可在約 20°C 至 100°C 下之溫度進行 0.1 至 100 小時，例如 60°C 至 80°C 進行 0.1 至 24 小時。可使用更高溫度用於混合或接觸，限制條件為 (C) 有機過氧化物不經受所述溫度。其後視需要，在與 (C) 有機過氧化物混合或接觸之前可將摻合物冷卻至低於過氧化物分解溫度之溫度。視需要可將聚烯烴組合物冷卻至存儲溫度 (例如，23°C) 且存

儲 1 小時、1 週、1 個月或更長之時間段。

【0039】聚烯烴組合物可製備為單部分調配物，替代地多部分調配物，諸如兩部分調配物，替代地三部分調配物。對於為何任何組分組合不能包含在此等調配物之部分中無固有原因。

【0040】組分（A）聚烯烴聚合物：由烯烴單體及視情況一個或多個烯烴官能性共聚單體製得之重複單元構成之可交聯大分子，其中所述大分子具有基本上由以下組成或由以下組成之主結構：碳原子或此類可交聯大分子之集合，所述可交聯大分子在與組分（B）交聯時產生網狀結構。（A）可為含有衍生自相同單體之重複單元之均聚物；或互聚物（亦稱為共聚物），其含有由衍生自不同單體之共聚單體衍生之單體及重複單元所衍生的重複單元。互聚物包含二聚物、三聚物等。在一些態樣中，（A）不含矽原子。

【0041】（A）聚烯烴聚合物可為含有 99 至 100 wt% 乙烯屬單體單元之聚乙烯均聚物。聚乙烯均聚物可為藉由配位聚合製得之高密度聚乙烯（HDPE）均聚物或藉由自由基聚合製得之低密度聚乙烯（LDPE）均聚物。

【0042】替代地，（A）聚烯烴聚合物可為乙烯/ α -烯烴共聚物，含有 50 至 <100 wt% 乙烯屬單體單元及 50 至 0 wt% (C_3 - C_{20}) α -烯烴衍生之共聚單體單元。（A）乙烯/ α -烯烴共聚物之乙烯/ α -烯烴共聚物實施例可為線性低密度聚乙烯（LLDPE）、中密度聚乙烯（MDPE）或高密度聚乙烯（HDPE）。替代地，聚烯烴聚合物可為低密度聚乙烯（LDPE）。乙烯/ α -烯烴（「 α -烯烴」）互聚物之 α -烯烴含量按全部互聚物重量計為至少 1 wt%、至少 5 wt%、至少 10 wt%、至少 15 wt%、至少 20 wt%、或至少 25 wt%。此等互聚物之 α -烯烴含量按全部互聚物重量計可小於 50 wt%、小於 45 wt%、小於 40 wt% 或小於 35 wt%。說明性乙烯/ α -烯烴互聚物為乙烯/丙烯、乙烯/1-丁烯、乙烯/1-己烯、乙烯/1-辛烯、含有 20 至 1 wt% 二烯共聚單體單元之乙烯/二烯、乙烯/丙烯/1-辛烯、乙烯/丙烯/1-

丁烯、乙烯/1-丁烯/1-辛烯；含有 50 至 100 wt% 乙烯單體單元、49 至 > 0 wt% 之丙烯共聚單體單元及 20 至 1 wt% 二烯共聚單體單元之乙烯/丙烯/二烯 (EPDM)。用於製備乙烯/二烯共聚物或 EPDM 中之二烯共聚單體單元之二烯可獨立地為 1,3-丁二烯、1,5-己二烯、1,7-辛二烯、亞乙基降冰片烯、二環戊二烯、乙烯基降冰片烯或其任何兩者或更多者之組合。

【0043】(A) 聚烯烴聚合物之乙烯/ α -烯烴共聚物及聚((C₃-C₂₀) α -烯烴聚合物態樣之(C₃-C₂₀) α -烯烴可為式(I)之化合物： $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{H})-\text{R}$ (I)，其中 R 為直鏈(C₁-C₁₈)烷基。(C₁-C₁₈)烷基為具有 1 至 18 個碳原子之單價未經取代飽和烴。R 之實例為甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一基、十二基、十三基、十四基、十五基、十六基、十七基及十八基。在一些實施例中，(C₃-C₂₀) α -烯烴為 1-丙烯、1-丁烯、1-己烯或 1-辛烯；替代地 1-丁烯、1-己烯或 1-辛烯；替代地 1-丁烯或 1-己烯；替代地 1-丁烯或 1-辛烯；替代地 1-己烯或 1-辛烯；替代地 1-丁烯；替代地 1-己烯；替代地 1-辛烯；替代地 1-丁烯、1-己烯及 1-辛烯中之任何兩者之組合。替代地， α -烯烴可具有環狀結構，諸如環己烷或環戊烷，產生諸如 3-環己基-1-丙烯（烯丙基環己烷）和乙烯基環己烷之 α -烯烴。(C₃-C₂₀) α -烯烴可用作與乙烯單體之共聚單體。

【0044】 替代地，(A) 聚烯烴聚合物可為具有至少一種選自丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯及三烷氧基矽烷基之接枝官能基的聚烯烴。

【0045】(A) 聚烯烴聚合物可為兩種或更多種前述聚合物及共聚物之共混合物或組合。

【0046】(A) 聚烯烴聚合物可為兩種或更多種不同聚烯烴聚合物之共混合物或為藉由兩種或更多種不同催化劑之聚合反應之反應器產物。(A) 聚烯烴聚合物可在兩個或更多個反應器中製得，諸如來自陶氏化學公司 (The Dow Chemical Company) 之 ELITE™ 聚合物。

【0047】(A) 聚烯烴聚合物可藉由任何適合方法製得，其中許多係本領域中熟知的。可採用用於製備聚烯烴聚合物之任何習知或下文發現之生產方法來製備(A)。通常生產方法包括一個或多個聚合反應。舉例而言，LDPE 可使用高壓聚合方法製備。替代地，LDPE 可使用配位聚合方法製備，所述配位聚合方法使用一個或多個聚合催化劑，諸如齊格勒-納塔 (Ziegler-Natta)、氧化鉻、茂金屬、後茂金屬催化劑進行。合適的溫度為 0°C 至 250°C，或 30°C 或 200°C。適合壓力為大氣壓力 (101 kPa) 至 10,000 大氣壓 (約 1,013 兆帕斯卡 (「MPa」))。在大多數聚合反應中，所採用之催化劑比可聚合烯烴 (單體/共聚單體) 之莫耳比為 10^{-12} :1 至 10^{-1} :1，或 10^{-9} :1 至 10^{-5} :1。

【0048】聚烯烴組合物中之 (A) 聚烯烴聚合物之量可為 40 至 99.99 wt%，替代地 55 至 99.00 wt%，替代地 70 至 98 wt%，替代地 80 至 97 wt%；均按聚烯烴組合物之總重量計。

【0049】組分 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷：含有以下之分子：由呈交替佈置安置之矽及氧原子構成之單個環子結構；及不飽和有機基團；及視情況 H、飽和或芳族取代基；其中存在至少兩個不飽和有機基團且環子結構中之至少兩個矽原子中之每一者具有至少一個與其鍵結的不飽和有機基團，且其中在考慮不飽和有機基團及氧原子之後，矽原子之任何其餘價態均鍵結至 H、飽和或芳族取代基；或此類分子之集合。組分 (B) 可為由 6 員環 ($n=3$)、8 員環 ($n=4$)、10 員環 ($n=5$) 或 12 員環 ($n=6$) 構成之單環有機矽氧烷。環子結構由式 (I) 之單元構成： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ (I)，其中下標 n 、 R^1 及 R^2 如前文所定義。在各 $[R^1, R^2SiO_{2/2}]$ 單元中，其 R^1 及 R^2 基團鍵結至其矽原子。單元可使用習知有機矽氧烷簡寫標記簡單地指定為 D^{R^1, R^2} ，如此一來式 (I) 變為 $[D^{R^1, R^2}]_n$ 。 R^1 及 R^2 可相同替代地不同。

【0050】在 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷之一些態樣中， R^1 為乙烯基且

第 15 頁，共 34 頁(發明說明書)

R^2 為乙基且 (B) 為 $D^{Vi,Et}$ ，其中 Vi 為乙烯基且 Et 為乙基；替代地 R^1 為烯丙基且 R^2 為乙基且 (B) 為 $D^{烯丙基,Et}$ ；替代地 R^1 為丁烯基($H_2C=C(H)CH_2CH_2-$)且 R^2 為乙基且 (B) 為 $D^{丁烯基,Et}$ 。在一些態樣中， R^1 為乙烯基且 R^2 為乙烯基且 (B) 為 $D^{Vi,Vi}$ ；替代地 R^1 為烯丙基且 R^2 為烯丙基且 (B) 為 $D^{烯丙基,烯丙基}$ ；替代地 R^1 為丁烯基($H_2C=C(H)CH_2CH_2-$)且 R^2 為丁烯基且 (B) 為 $D^{丁烯基,丁烯基}$ 。在一些態樣中 R^1 為乙烯基且 R^2 為苯基且 (B) 為 $D^{Vi,Ph}$ ，其中 Ph 為苯基；替代地 R^1 為烯丙基且 R^2 為苯基且 (B) 為 $D^{烯丙基,Ph}$ ；替代地 R^1 為丁烯基($H_2C=C(H)CH_2CH_2-$)且 R^2 為苯基且 (B) 為 $D^{丁烯基,Ph}$ 。當 R^2 為甲基 (CH_3) 時，單元可更簡單地指定為 D^{R^1} ，如此一來式 (I) 變為 $[D^{R^1}]_n$ 。在一些態樣中， R^1 為乙烯基且 R^2 為甲基且 (B) 為 D^{Vi} ；替代地 R^1 為烯丙基且 R^2 為甲基且 (B) 為 $D^{烯丙基}$ ；替代地 R^1 為丁烯基($H_2C=C(H)CH_2CH_2-$)且 R^2 為甲基且 (B) 為 $D^{丁烯基}$ 。在一些實施例中，(B) 為 2,4,6-三甲基-2,4,6-三乙烯基-環三矽氧烷，「 $(D^{Vi})_3$ 」(CAS 編號 3901-77-7)；2,4,6,8-四甲基-2,4,6,8-四乙烯基-環四矽氧烷，「 $(D^{Vi})_4$ 」(CAS 編號 2554-06-5)；或其組合。

【0051】在 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷之一些態樣中，每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 及下標 m 如前文所定義。在一些態樣中 R^{1a} 為 H，替代地 R^{1a} 為甲基。在一些態樣中下標 m 為 1、2 或 3；替代地 m 為 2、3 或 4；替代地 m 為 2 或 3；替代地 m 為 1；替代地 m 為 2；替代地 m 為 3；替代地 m 為 4。在一些態樣中，每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；替代地每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；替代地每個 R^2 獨立地為甲基。

【0052】聚烯烴組合物中之組分 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷之量可為 0.01 至 50 wt%，替代地 0.1 至 25 wt%，替代地 1.00 至 20 wt%，替代地 1.05 至 15 wt%，替代地 0.01 至 5 wt%，替代地 0.05 至 4.0 wt%，替代地 0.1 至 3 wt%，替代地 0.10 至 2.0 wt%，替代地 0.20 至 1.0 wt%；均按聚烯烴組合物之重量計。

【0053】聚烯烴組合物中之組分(B)式(I)之單環有機矽氧烷之量可為交聯有效量。術語「交聯有效量」意指在環境下足夠經由衍生自(B)之多價交聯劑基團實現交聯聚烯烴大分子之之量(上文所描述之 wt%)。環境可包括(B)之加載水準(wt%)、(C)有機過氧化物之加載水準(wt%)。與不含(B)式(I)之單環有機矽氧烷之比較組合物相比,在(C)有機過氧化物之特定加載水準(wt%)下交聯有效量之(B)式(I)之單環有機矽氧烷產生較高交聯程度。所述環境亦可視(若存在)聚烯烴組合物中所存在之任何視情況存在之添加劑,諸如(E)抗氧化劑、(F)填料及/或(G)阻燃劑之總量而定。為確定用於聚烯烴組合物之特定實施例之交聯有效量,聚烯烴組合物中之(B)式(I)之單環有機矽氧烷之量起初可小於交聯有效量。其後,藉由遞增(例如每次增加時加倍)增加(B)之量直至達到在所述環境下之交聯有效量。

【0054】聚烯烴組合物中之組分(B)式(I)之單環有機矽氧烷之交聯有效量可為 0.01 至 50 wt%, 替代地 0.1 至 25 wt%, 替代地 1.00 至 20 wt%, 替代地 1.05 至 15 wt%, 替代地 0.01 至 5 wt%, 替代地 0.050 至 4.0 wt%, 替代地 0.10 至 2.0 wt%, 替代地 0.20 至 1.0 wt%; 均按無填料聚烯烴組合物之重量計。聚烯烴組合物中之組分(B)式(I)之單環有機矽氧烷之交聯有效量可視上文所描述之環境而變化。舉例而言,與在不含(F)填料之聚烯烴組合物之實施例中相比,在含有(F)填料之聚烯烴組合物之實施例中(B)之交聯有效量可能更高。

【0055】關於組分(B)之交聯有效量之測定,可使用動模流變儀(moving die rheometer, MDR)藉由扭矩增加來偵測交聯之存在。在一些態樣中,交聯之存在可以溶劑萃取百分比(Ext%)之形式偵測。 $Ext\% = W1/Wo * 100\%$, 其中 W1 為萃取後之重量, Wo 為萃取前之初始重量, / 指示除以, 且 * 指示相乘。交聯聚烯烴產物中之(B)之不飽和有機基團(例如 R^1)之碳-碳雙鍵的缺失或含量減少(由於與(A)聚烯烴聚合物偶合)可藉由碳 13 或矽 29 核磁共振(^{13}C -NMR

光譜法及/或 $^{29}\text{Si-NMR}$) 光譜法偵測。

【0056】組分 (C) 有機過氧化物：含有碳原子、氫原子及兩個或更多個氧原子且具有至少一個-O-O-基團的分子，限制條件為，當存在多於一個-O-O-基團時，各-O-O-基團經由一或多個碳原子間接鍵結於另一-O-O-基團，或一批此類分子。可將 (C) 有機過氧化物添加至聚烯烴組合物用於固化，所述固化包含將包含組分 (A)、(B) 及 (C) 之聚烯烴組合物加熱至處於或高於 (C) 有機過氧化物之分解溫度的溫度。(C) 有機過氧化物可為式 $\text{R}^0\text{-O-O-R}^0$ 之單過氧化物，其中每個 R^0 獨立地為 $(\text{C}_1\text{-C}_{20})$ 烷基或 $(\text{C}_6\text{-C}_{20})$ 芳基。各 $(\text{C}_1\text{-C}_{20})$ 烷基獨立地未經取代或經 1 或 2 個 $(\text{C}_6\text{-C}_{12})$ 芳基取代。各 $(\text{C}_6\text{-C}_{20})$ 芳基未經取代或經 1 至 4 個 $(\text{C}_1\text{-C}_{10})$ 烷基取代。替代地，(C) 可為式 $\text{R}^0\text{-O-O-R-O-O-R}^0$ 之二過氧化物，其中 R 為二價烴基，諸如 $(\text{C}_2\text{-C}_{10})$ 伸烷基、 $(\text{C}_3\text{-C}_{10})$ 伸環烷基或伸苯基，且每個 R^0 如上文所定義。(C) 有機過氧化物可為雙(1,1-二甲基乙基)過氧化物；雙(1,1-二甲基丙基)過氧化物；2,5-二甲基-2,5-雙(1,1-二甲基乙基過氧基)己烷；2,5-二甲基-2,5-雙(1,1-二甲基乙基過氧基)己炔；4,4-雙(1,1-二甲基乙基過氧基)戊酸；丁酯；1,1-雙(1,1-二甲基乙基過氧基)-3,3,5-三甲基環己烷；過氧化苯甲醯；過氧苯甲酸第三丁酯；二第三戊基過氧化物 (「DTAP」)；雙(α -第三丁基-過氧基異丙基)苯 (「BIPB」)；異丙基異丙苯基第三丁基過氧化物；第三丁基異丙苯過氧化物；二第三丁基過氧化物；2,5-雙(第三丁基過氧基)-2,5-二甲基己烷；2,5-雙(第三丁基過氧基)-2,5-二甲基己炔-3,1,1-雙(第三丁基過氧基)-3,3,5-三甲基環己烷；異丙基異丙苯基過氧化異丙苯；4,4-二(第三丁基過氧)戊酸丁酯；或二(異丙基異丙苯基)過氧化物；或過氧化二異丙苯。(C) 有機過氧化物可為過氧化二異丙苯。在一些態樣中，僅使用兩種或更多種 (C) 有機過氧化物之共混物，例如第三丁基過氧化異丙苯與雙(第三丁基過氧異丙基)苯之 20:80 (wt/wt) 摻合物 (例如 LUPEROX D446B，其可購自阿科瑪 (Arkema))。在一些態樣中，

至少一種，替代地每一種（C）有機過氧化物含有一個-O-O-基團。若存在，則（C）有機過氧化物可為聚烯烴組合物之 0.01 至 4.5 wt%，替代地 0.05 至 2 wt%，替代地 0.10 至 2.0 wt%，替代地 0.2 至 0.8 wt%。

【0057】視情況存在之組分（D）習知助劑：含有主結構或環子結構及與其鍵結之一個、替代地兩個或更多個丙烯基、丙烯酸酯及/或乙烯基的分子，其中所述子結構由碳原子及視情況氮原子構成，或此類分子之集合。（D）習知助劑不含矽原子。（D）習知助劑可為如藉由限制（i）至（v）中之任一者所描述之丙烯基官能性習知助劑：（i）（D）為 2-烯丙基苯基烯丙醚；4-異丙烯基-2,6-二甲基苯基烯丙醚；2,6-二甲基-4-烯丙基苯基烯丙醚；2-甲氧基-4-烯丙基苯基烯丙醚；2,2'-二烯丙基雙酚 A；O,O'-二烯丙基雙酚 A；或四甲基二烯丙基雙酚 A；（ii）（D）為 2,4-二苯基-4-甲基-1-己烯或 1,3-二異丙烯基苯；（iii）（D）為異氰尿酸三烯丙酯（「TAIC」）；氰尿酸三烯丙酯（「TAC」）；偏苯三酸三烯丙酯（「TATM」）；N,N,N',N',N'',N''-六烯丙基-1,3,5-三嗪-2,4,6-三胺（「HATATA」；亦稱為 N²,N²,N⁴,N⁴,N⁶,N⁶-六烯丙基-1,3,5-三嗪-2,4,6-三胺）；原甲酸三烯丙酯；季戊四醇三烯丙基醚；檸檬酸三烯丙酯；或烏頭酸三烯丙酯；（iv）（D）為（i）中之丙烯基官能性助劑中之任何兩者之混合物。替代地，（D）可為選自以下之丙烯酸酯官能性習知助劑：三羥甲基丙烷三丙烯酸酯（「TMPTA」）、三羥甲基丙烷三甲基丙烯酸酯（「TMPTMA」）、乙氧基化雙酚 A 二甲基丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯、季戊四醇四丙烯酸酯、二季戊四醇五丙烯酸酯、三(2-羥基乙基)異氰尿酸酯三丙烯酸酯及丙氧基化甘油基三丙烯酸酯。替代地，（D）可為選自具有至少 50 wt% 1,2-乙基含量及三乙基環己烷（「TVCH」）之聚丁二烯的乙烯基官能性習知助劑。替代地，（D）可為 US 5,346,961 或 US 4,018,852 中所描述之習知助劑。替代地，（D）可為前述習知助劑中之任何兩者或更多者或組合。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含（D）。若存在，

則 (D) 習知助劑可為聚烯烴組合物之 0.01 至 4.5 wt%，替代地 0.05 至 2 wt%，替代地 0.1 至 1 wt%，替代地 0.2 至 0.5 wt%。

【0058】視情況存在之組分 (E) 抗氧化劑：抑制氧化之有機分子，或此類分子之集合。(E) 抗氧化劑用於為聚烯烴組合物及/或交聯聚烯烴產物提供抗氧化性質。合適的 (E) 之實例為雙(4-(1-甲基-1-苯基乙基)苯基)胺 (例如，NAUGARD 445)；2,2'-亞甲基-雙(4-甲基-6-第三丁基苯酚) (例如，VANOX MBPC)；2,2'-硫基雙(2-第三丁基-5-甲基苯酚) (CAS 編號 90-66-4；4,4'-硫基雙(2-第三丁基-5-甲基苯酚) (亦稱為 4,4'-硫基雙(6-第三丁基間甲酚)，CAS 編號 96-69-5，市售 LOWINOX TBM-6)；2,2'-硫基雙(6-第三丁基-4-甲基苯酚) (CAS 編號 90-66-4，市售 LOWINOX TBP-6)；三[(4-第三丁基-3-羥基-2,6-二甲基苯基)甲基]-1,3,5-三嗪-2,4,6-三酮 (例如，CYANOX 1790)；季戊四醇四(3-(3,5-雙(1,1-二甲基乙基)-4-羥苯基)丙酸酯) (例如，IRGANOX 1010，CAS 編號 6683-19-8)；3,5-雙(1,1-二甲基乙基)-4-羥基苯丙酸 2,2'-硫代二乙二基酯 (例如，IRGANOX 1035，CAS 編號 41484-35-9)；硫代二丙酸二十八烷基酯(「DSTD」)；硫代二丙酸二月桂基酯 (例如，IRGANOX PS 800)；3-(3,5-二第三丁基-4-羥苯基)丙酸十八烷基酯 (例如，IRGANOX 1076)；2,4-雙(十二基硫基甲基)-6-甲基苯酚 (IRGANOX 1726)；4,6-雙(辛基硫代甲基)鄰甲酚 (例如 IRGANOX 1520)；及 2',3-雙[[3-[3,5-二第三丁基-4-羥苯基]丙醯基]]丙醯肼 (IRGANOX 1024)。在一些態樣中，(E) 為 4,4'-硫基雙(2-第三丁基-5-甲基苯酚) (亦稱為 4,4'-硫基雙(6-第三丁基間甲酚)；2,2'-硫基雙(6-第三丁基-4-甲基苯酚)；三[(4-第三丁基-3-羥基-2,6-二甲基苯基)甲基]-1,3,5-三嗪-2,4,6-三酮；硫代二丙酸二十八烷基酯；或硫代二丙酸二月桂基酯；或其任何兩者或更多者之組合。組合可為三[(4-第三丁基-3-羥基-2,6-二甲基苯基)甲基]-1,3,5-三嗪-2,4,6-三酮及硫代二丙酸二十八烷基酯。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含 (E)。若存在，則 (E)

抗氧化劑可為聚烯烴組合物之 0.01 至 1.5 wt%，替代地 0.05 至 1.2 wt%，替代地 0.1 至 1.0 wt%。

【0059】視情況存在之組分 (F) 填充劑：佔據主體材料中之空間且視情況影響主體材料之功能的精細分割顆粒固體或膠凝。(F) 填充劑可為煅燒黏土、有機黏土或疏水化煙霧狀二氧化矽，諸如可以商標名 CAB-O-SIL 自 Cabot Corporation 商購的彼等。(F) 填充劑可以具有阻燃作用。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含 (F)。若存在，則 (F) 填充劑可為聚烯烴組合物之 1 至 40 wt%，替代地 2 至 30 wt%，替代地 5 至 20 wt%。

【0060】關於 (F) 填充劑，在一些態樣中，聚烯烴組合物不含有 20 wt% 或更多、替代地不含有 15 wt% 或更多、替代地不含有 10 wt% 或更多、替代地不含選自由氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦及其混合物組成之群的無機填充劑。在一些態樣中，聚烯烴組合物不含有 20 wt% 或更多、替代地不含有 15 wt% 或更多、替代地不含有 10 wt% 或更多、替代地不含選自由以下組成之群的無機填充劑：含有 Al 之固體、含有 Ca 之固體、含有 Mg 之固體、含有 Si 之固體、含有 Ti 之固體及其混合物。在一些態樣中，聚烯烴組合物不含倍半矽氧烷，替代地不含除組分 (B) 之外的任何矽氧烷。在一些態樣中，聚烯烴組合物不含倍半矽氧烷及上述無機填料之群中之任何一者。為避免疑惑，術語「無機填充劑」不包括碳黑。

【0061】視情況存在之組分 (G) 阻燃劑：抑制燃燒之分子或物質，或此類分子之集合。(G) 可為鹵化或無鹵素化合物。(G) 鹵化 (G) 阻燃劑之實例為有機氯化物及有機溴化物，有機氯化物之實例為氯橋酸衍生物及氯化鏈烷烴。有機溴化物之實例為十溴二苯基醚、十溴二苯基乙烷、聚合溴化化合物，諸如溴化聚苯乙烯、溴化碳酸酯寡聚物、溴化環氧樹脂寡聚物、四溴鄰苯二甲酸酐、四溴雙酚 A 及六溴環十二烷。通常，鹵化 (G) 阻燃劑結合協合劑使用以

第 21 頁，共 34 頁(發明說明書)

提高其效率。協合劑可為三氧化銻。無鹵素（G）阻燃劑之實例為無機礦物質、有機氫膨脹化合物及磷類膨脹化合物。無機礦物質之實例為氫氧化鋁及氫氧化鎂。磷類膨脹化合物之實例為有機膦酸、膦酸酯、亞膦酸酯、亞膦酸二酯、次膦酸酯、氧化膦、膦、亞膦酸酯、膦酸酯、氯化膦腈、膦酯醯胺、膦酸醯胺、膦酸醯胺、次膦酸醯胺、蜜胺及蜜胺其衍生物，包含蜜胺多磷酸、蜜胺焦磷酸及蜜胺氰尿酸，及此等材料中之兩者或更多者之混合物。實例包含磷酸苯基雙十二酯、磷酸苯基雙新戊酯、苯基乙烯磷酸氫酯、磷酸苯基-雙(3,5,5'三甲基己基)酯、磷酸乙基二苯酯、磷酸 2-乙基己基二(對甲苯基)酯、磷酸二苯酯、對甲苯基磷酸雙(2-乙基-己基)酯、磷酸三甲苯酯、磷酸雙(2-乙基己基)-苯酯、磷酸三(壬基苯基)酯、磷酸苯基甲酯、磷酸二(十二基)對甲苯酯、磷酸三甲苯酯、磷酸三苯酯、磷酸三苯酯、磷酸二丁基苯酯、磷酸 2-氯乙基二苯基酯、磷酸對甲苯基雙(2,5,5'-三甲基己基)酯、磷酸 2-乙基己基二苯酯及二苯基磷酸氫酯。美國專利第 6,404,971 號中所描述之類型之磷酸酯為磷類阻燃劑之實例。其他實例包括液體磷酸酯，諸如雙酚 A 二磷酸酯（BAPP）（Adeka Palmarole）及/或間苯二酚雙(磷酸二苯酯)（Fyroflex RDP）（Supresta，ICI）；固體磷，諸如多磷酸銨（APP）；焦磷酸哌嗪及多磷酸哌嗪。多磷酸銨通常與阻燃劑輔助添加劑（諸如蜜胺衍生物）一起使用。亦可用 Melafine（DSM）（2,4,6-三胺-1,3,5-三嗪；精細研磨的蜜胺）。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含（G）。若存在，則（G）之濃度可為聚烯烴組合物之 0.01 至 70 wt%，替代地 0.05 至 40 wt%，替代地 1 至 20 wt%。

【0062】 視情況存在之組分（H）受阻胺穩定劑：含有鍵結至至少一個空間大型有機基團之鹼氮原子且充當降解或分解之抑制劑的分子，或此類分子之集合。（H）為具有空間位阻胺基官能基且抑制氧化降解的化合物，且其亦可增加含有（C）有機過氧化物之聚烯烴組合物之實施例之存儲壽命。合適的（H）

之實例為丁二酸二甲酯、具有 4-羥基-2,2,6,6-四甲基-1-哌啶-乙醇之聚合物 (CAS 編號 65447-77-0, 市售 LOWILITE 62) ; 及 N,N'-雙甲醯基-N,N'-雙(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)-己二胺 (CAS 編號 124172-53-8, 市售 Uvinul 4050 H) 。在一些態樣中, 聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含 (H) 。若存在, 則 (H) 受阻胺穩定劑可為聚烯烴組合物之 0.001 至 1.5 wt%, 替代地 0.002 至 1.2 wt%, 替代地 0.002 至 1.0 wt%, 替代地 0.005 至 0.5 wt%, 替代地 0.01 至 0.2 wt%, 替代地 0.05 至 0.1 wt% 。

【0063】 視情況存在之組分 (I) 抗樹劑: 抑制水樹及/或電樹 (water and/or electrical treeing) 之分子, 或此類分子之集合。抗樹劑可為抗水樹劑 (water tree retardant) 或抗電樹劑 (electrical tree retardant) 。抗水樹劑為一種抑制水樹的化合物, 水樹為當暴露於電場與濕氣或水分之組合影響下時聚烯烴發生降解的過程。抗電樹劑亦稱作電壓穩定劑, 係抑制電樹之化合物, 電樹為由於部分放電導致之固體電絕緣中之電預分解過程。電樹能在不存在水的情況下發生。水樹及電樹為含有經塗佈導體 (其中塗層含有聚烯烴) 之電纜的問題。所述 (I) 可以為聚(乙二醇) (PEG) 。在一些態樣中, 聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含 (I) 。若存在, 則 (I) 抗樹劑可為聚烯烴組合物之 0.01 至 1.5 wt%, 替代地 0.05 至 1.2 wt%, 替代地 0.1 至 1.0 wt% 。

【0064】 視情況存在之組分 (J) 甲基自由基清除劑: 可與甲基自由基反應之分子, 或此類分子之集合。(J) 與聚烯烴組合物或交聯聚烯烴產物中之甲基自由基反應。(J) 可為 2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-氧基或 1,1-二芳基乙烯之「TEMPO」衍生物。TEMPO 衍生物之實例為 4-丙烯醯氧基-2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-烴氧基 (CAS 編號 21270-85-9, 「丙烯酸酯 TEMPO」), 4-烯丙氧基-2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-烴氧基 (CAS 編號 217496-13-4, 「烯丙基 TEMPO」); 雙(2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-烴氧基)癸二酸酯 (CAS 編號 2516-92-9, 「雙

第 23 頁, 共 34 頁(發明說明書)

TEMPO」)；N,N-雙(丙烯醯基-4-胺基)-2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-烴氧基(CAS 編號 1692896-32-4,「二丙烯醯胺 TEMPO」)；及 N-丙烯醯基-4-胺基-2,2,6,6-四甲基-1-哌啶基-N-烴氧基(CAS 編號 21270-88-2,「單丙烯醯胺 TEMPO」)。

1,1-二芳基乙烯之實例為 1,1-二苯乙烯及 α -甲基苯乙烯。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含(J)。若存在，則(J)甲基自由基清除劑可為聚烯烴組合物之 0.01 至 1.5 wt%，替代地 0.05 至 1.2 wt%，替代地 0.1 至 1.0 wt%。

【0065】視情況存在之組分(K)防焦劑：抑制過早固化之分子，或此類分子之集合。防焦劑之實例為受阻酚；半受阻酚；TEMPO；TEMPO 衍生物；1,1-二苯乙烯；2,4-二苯基-4-甲基-1-己烯(亦稱為 α -甲基苯乙烯二聚體或 AMSD)；及 US 6277925B1, 第 2 行第 62 列至第 3 行第 46 列中所描述之含有烯丙基之化合物。在一些態樣中聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含(K)。若存在，則(K)防焦劑可為聚烯烴組合物之 0.01 至 1.5 wt%，替代地 0.05 至 1.2 wt%，替代地 0.1 至 1.0 wt%。

【0066】視情況存在之組分(L)成核劑：促進聚烯烴聚合物之結晶速率之有機或無機添加劑。(L)之實例為碳酸鈣、二氧化鈦、硫酸鋇、超高分子量聚乙烯、鄰苯二甲酸鉀氫、苯甲酸化合物、苯甲酸鈉化合物、雙環[2.2.1]庚烷-2,3-二甲酸二鈉、單甘油酸鋅及 1,2-環己烷二羧酸鈣鹽:硬脂酸鋅。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含(L)。若存在，則(L)之濃度可為聚烯烴組合物之 0.01 至 1.5 wt%，替代地 0.05 至 1.2 wt%，替代地 0.1 至 1.0 wt%。

【0067】視情況存在之組分(M)碳黑：精細分割形式之具有高表面積比體積比率(但低於活性碳之表面積比體積比率)之同結晶碳。(M)之實例為爐法碳黑、乙炔碳黑、導電碳(例如碳纖維、碳奈米管、石墨烯、石墨及膨脹石墨小板)。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含(M)。若存在，則(M)之濃度可為聚烯烴組合物之 0.01 至 40 wt%，替代地 0.05 至 35 wt%，

第 24 頁，共 34 頁(發明說明書)

替代地 0.1 至 20 wt%，替代地 0.5 至 10 wt%，替代地 1 至 5 wt%。

【0068】此外聚烯烴組合物可獨立地進一步包含 0.001 至 50 wt%，替代地 0.05 至 30 wt%，替代地 0.1 至 20 wt%，替代地 0.5 至 10 wt%，替代地 1 至 5 wt% 之選自以下之視情況存在之添加劑中之一或多者：載體樹脂、潤滑劑、加工助劑、助滑劑、增塑劑、界面活性劑、填充油、除酸劑及金屬鈍化劑。例如填充油可高達聚烯烴組合物之 50 wt%。在一些態樣中，聚烯烴組合物及交聯聚烯烴產物不含剛剛前述添加劑中之任何一者。

【0069】咸信聚烯烴組合物之前述組分不充當其中環狀矽氧烷之開環催化劑。然而若聚烯烴組合物之前述組分中之任一者或多者出乎意料地充當環狀矽氧烷之開環催化劑，則此類一種或多種組分將自聚烯烴組合物排除。

【0070】交聯聚烯烴產物：含有含有在聚烯烴組合物之固化（交聯）期間所形成之 C-C 鍵交聯之網狀化聚烯烴樹脂的反應產物。網狀化聚烯烴樹脂可包括偶合（A）聚烯烴聚合物之大分子與（B）式（I）之單環有機矽氧烷之分子以生成網狀結構之反應產物，所述網狀結構含有經由（A）聚烯烴聚合物之兩個或更多個大分子與（B）式（I）之單環有機矽氧烷之分子之一或多個 R^1 基團之反應而鍵結於來自（A）聚烯烴聚合物之兩個或更多個大分子的多價單環有機矽氧烷交聯劑基團。在一些態樣中，可跨越一個 R^1 之同一碳-碳雙鍵添加兩個（A）之大分子。舉例而言，當兩個或更多個 R^1 為乙烯基且零個、一或多個 R^2 為乙烯基時，交聯聚烯烴產物之網狀結構可含有兩個或更多個式（II） $[-CH_2CH_2(R^2)SiO_{2/2}]$ （II）及/或式（III） $[CH_3C(-)(H),(R^2)SiO_{2/2}]$ （III）之多價單環有機矽氧烷交聯劑基團及 $n-2$ 或更少（例如 $n-3$ ）個式（I）（若存在）之未反應單元，其中下標 n 如針對式（I）所定義且「-」表示多價數中之一者。當在式（I）中每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_4) 烷基或苯基時，式（II）及式（III）中之每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_4) 烷基或苯基。

【0071】交聯聚烯烴產物亦可含有固化副產物，諸如（C）有機過氧化物之反應之醇及酮副產物。當聚烯烴組合物進一步含有任何視情況存在之諸如（E）抗氧化劑之添加劑或組分中之一或多者時，交聯聚烯烴產物亦可含有視情況存在之諸如（E）之添加劑或組分中之任何一或多者，或在固化聚烯烴組合物期間自其形成之一或多種反應產物。交聯聚烯烴產物可呈分散之固體形式或連續形式。分散之固體形式可以包含顆粒、丸粒、粉末，或其任何兩者或超過兩者之組合。連續形式可以為模製部件（例如射出模製部件）或擠出部件（例如經塗佈導體或電纜）。

【0072】交聯聚烯烴產物可不含開環催化劑及/或矽氧烷聚合物分子（聚矽氧，其藉由（B）之開環聚合製備）。

【0073】經塗佈導體。經塗佈導體可為絕緣電導體。絕緣電導體可為經塗佈之金屬導線或電纜，其包括用於低電壓（「LV」，> 0 至 < 5 千伏（kV））、中等電壓（「MV」，5 至 < 69 kV）、高電壓（「HV」，69 至 230 kV）或超高電壓（「EHV」，> 230 kV）資料傳輸及電傳輸/分配應用之電力纜線。「電線」意謂單股或單絲導電材料，例如導電金屬，諸如銅或鋁。「電纜」及「電力纜線」為同義且意謂包含安置在可稱為鞘、護套（保護性外部護套）或塗層內之至少一根電線的絕緣電導體。絕緣電導體可經設計且構築用於中、高或超高電壓應用中。合適的電纜設計之實例繪示於 US 5,246,783；US 6,496,629；及 US 6,714,707 中。

【0074】絕緣電導體可以含有導體/傳輸器芯及圍繞其安置的外部單層覆蓋物或外部多層覆蓋物以便保護導體/傳輸器芯且將導體芯與外部環境隔離。導體/傳輸器芯可由一根或多根金屬線構成。當導體/傳輸器芯含有兩根或更多根金屬線時，金屬線可再分成分立電線束。導體/傳輸器芯中之每根電線或光纖不論成束或不成束，均可以個別地塗有絕緣層且/或分立束可以塗有絕緣層。單層覆

蓋物或多層覆蓋物（例如單層或多層塗層或鞘）主要作用是保護導體/傳輸器芯免於或將導體芯與外部環境（諸如日光、水、熱、氧氣、其他導電材料（例如防止短路）及/或其他腐蝕性材料（例如化學煙塵））隔離。

【0075】 一個絕緣電導體至下一個之單層或多層覆蓋物可以不同方式配置，此視其相應預定用途而定。舉例而言，檢視橫截面，絕緣電導體之多層覆蓋物自其最內層至其最外層可以依序配置有以下組分：內部半導體層、包含交聯聚烯烴產物（本發明交聯產物）的交聯聚烯烴絕緣層、外部半導體層、金屬屏蔽件，及保護鞘。所述層及鞘沿周向及同軸（縱向）為連續的。所述金屬屏蔽件（接地）為同軸連續的，且沿周向為連續的（層）或不連續的（帶或線）。視預期應用而定用於絕緣光纖之多層覆蓋物可省略半導體層及/或金屬護罩。外部半導體層（若存在），可由過氧化物交聯之半導體產物構成，其可與交聯聚烯烴層結合或可自交聯聚烯烴層剝去。

【0076】 在一些態樣中為製造經塗佈導體之方法，所述方法包含將包含一層聚烯烴組合物之塗層擠壓至導體/傳輸器芯上得到經塗佈之核心，且使經塗佈之核心穿過連續硫化（CV）設備，其配置有用於固化聚烯烴組合物之合適 CV 條件，得到經塗佈導體。CV 條件包括溫度、氛圍（例如，氮氣）及線速度或通過 CV 設備之穿過時間段 合適的 CV 條件可提供離開 CV 設備之經塗佈導體，其中經塗佈導體含有由使交聯聚烯烴層之層固化形成的交聯聚烯烴層。

【0077】 導電之方法。本發明之導電方法可使用包含絕緣電導體實施例之本發明經塗佈導體。亦涵蓋使用包含絕緣電導體之本發明經塗佈導體傳輸資料之方法。

【0078】 密度根據 ASTM D792-13，藉由排出量測試塑膠密度及比重（相對密度）之標準方法（Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement），方法 B（用於在除水之外之液體

(例如液體 2-丙醇) 中測試固體塑膠) 量測。以單位克/立方公分 (g/cm^3 或 g/cc) 報告結果。

【0079】 熔融指數 (I_2) 根據 ASTM D1238-04 (190°C, 2.16 kg), 藉由擠出求積儀測試熱塑性材料之熔體流動速率之標準方法 (Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Platometer) 量測, 使用條件 190°C/2.16 千克 (kg), 先前稱為「條件 E」且亦稱為 I_2 。以溶離之公克/10 分鐘 ($\text{g}/10 \text{ min.}$) 之單位或等效物分克/1.0 分鐘 ($\text{dg}/1 \text{ min.}$) 報導結果。10.0 dg = 1.00 g。

【0080】 遷移量測試方法。可藉由以下來觀測遷移添加劑：向未使用的透明自密封聚乙烯袋中放置 5 克 (g) 丸粒且按壓丸粒 5 次來觀察在袋上是否壓印有任何痕跡 (油痕)。若觀測到痕跡則記錄為「是」, 且若未觀測到痕跡則記錄為「否」。

【0081】 焦化時間測試方法。樣品「X」之焦化時間或達成焦化之時間 ($ts1$) 在 140°C 下藉由 MDR 量測, 且縮寫為 $ts1@140^\circ\text{C}$ 。根據 ISO 6502 在 Alpha Technologies 流變儀 MDR 2000E 上如下量測焦化時間。將 5 至 6 g 測試材料 (丸粒) 放入 MDR 200E 儀器中。在 100 次循環/分鐘 (cpm) 下對於 0.5 弧度之振盪變形量測扭矩, 在 140°C 下 0 (起始) 至 120 分鐘隨時間而變化, 且繪製相對於時間之扭矩曲線。 $ts1$ 為自測試之開始 (0 分鐘) 至觀測到扭矩自扭矩曲線中之最小值增加 1 分牛頓-公尺 (dNm) 所需時間長度。使用 $ts1@140^\circ\text{C}$ 表徵在熔體加工方法 (例如熔體混配或擠出) 期間之抗焦化性。

【0082】 T90 交聯時間測試方法：ASTM D5289-12, 橡膠性質之標準測試方法—使用 Rotorless 固化計之硫化。使用以下程序量測測試樣品之扭矩。在動模流變儀 (MDR) 儀器 MDR2000 (Alpha Technologies) 中在 180°C 下加熱測試樣本 20 分鐘, 同時監測在 100 cpm 下 0.5 弧度之振盪變形之力矩的變化。將測得的最低扭矩值表示為「ML」, 以分牛頓-公尺 (dN-m) 表示。隨著固化或交

聯進展，測得的扭矩值增加，最終達到最大扭矩值。將測得的最大或最大扭矩值表示為「MH」，以 dN-m 表示。在所有其他因素均相同之情況下，MH 扭矩值愈高，交聯程度愈大。T90 交聯時間測定為達成扭矩值等於 MH 減 ML (MH-ML) 差值之 90%，亦即自 ML 至 MH 之 90%所需分鐘數目。T90 交聯時間愈短，亦即扭矩值變為自 ML 至 MH 之 90%愈早，測試樣品之固化速率愈快。相反地，T90 交聯時間愈長，亦即扭矩值變為自 ML 至 MH 之 90%需要更多時間，測試樣品之固化速率愈慢。

【0083】 以下資料預測當擠出並且交聯（例如，在 CV 設備中）以形成電纜之絕緣層時本發明組合物將如何表現。

實例

【0084】 LDPE (A1)：藉由將 LDPE (A2) 與 0.12 wt%抗氧化劑 (E1)、0.24 wt%抗氧化劑 (E2) 及 50 百萬分之一 (wt) 受阻胺安定劑 (H1) (對 (A2)、(E1)、(E2) 及 (H1) 之描述參見下文) 混配來製備低密度聚乙烯 (LDPE)，並且其密度為 0.92 g/cm³，且熔融指數 (I₂) 為 2 g/10 min。

【0085】 LDPE (A2)：高壓反應器製得之低密度聚乙烯 (LDPE) 產物，其具有每 1,000 個碳原子平均大於 0.3 個碳-碳雙鍵，密度為 0.92 g/cm³ 且熔融指數 (I₂) 為 2 g/10 min (190°C, 2.16 kg)，且自美國密歇根米德蘭之陶氏化學公司 (The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, USA) 獲得。LDPE (A2) 在管狀高壓反應器中製得且方法之類型描述於《聚合物化學之介紹 (Introduction to Polymer Chemistry)》，Stille, Wiley and Sons, 紐約，1962，第 149 至 151 頁中。方法為自由基引發且在 170 至 310 兆帕斯卡 (MPa，亦即 25,000 至 45,000 磅每平方吋 (psi)) 之壓力及 200°C 至 350°C 之溫度下進行。

【0086】 LDPE(A3)：低密度聚乙烯 (LDPE) 藉由 Brabender 單螺桿擠壓機在 120°C 下製備，將已知數量之 LDPE (A2) 共混至 LDPE (A1) 中得到

第 29 頁，共 34 頁(發明說明書)

LDPE(A3)，其具有 0.06 wt% 抗氧化劑 (E1)、0.09 wt% 抗氧化劑 (E2) 及 19 ppm 受阻胺安定劑 (H1) 之加載，並且密度為 2.0 g/cm^3 且熔融指數 (I_2) 為 0.92 g/10 min 。

【0087】單環有機矽氧烷 (B1)：自 Gelest 獲得之 2,4,6-三甲基-2,4,6-三乙炔基-環三矽氧烷，「 $(D^{Vi})_3$ 」(CAS 編號 3901-77-7)。

【0088】單環有機矽氧烷 (B2)：自陶氏化學公司獲得之 2,4,6,8-四甲基-2,4,6,8-四乙炔基-環四矽氧烷，「 $(D^{Vi})_4$ 」(CAS 編號 2554-06-5)。

【0089】單環有機矽氧烷 (B3)：自 Gelest 獲得之 2,4,6,8,10-五甲基-2,4,6,8,10-五乙炔基-環戊矽氧烷，「 $(D^{Vi})_5$ 」(CAS 編號 17704-22-2)。

【0090】有機過氧化物 (C1)：自 Fangruida 獲得之過氧化二異丙苯 (「DCP」)。

【0091】習知助劑 (D1)：自中華人民共和國之方銳達 (Fangruida, People's Republic of China) 獲得之異氰尿酸三烯丙酯 (TAIC)。

【0092】抗氧化劑 (E1)：Cyanox 1790，可自氰特工業公司 (Cytec Industries Inc.) 獲得。

【0093】抗氧化劑 (E2)：DSTDP，可自 Reagens 公司獲得。

【0094】受阻胺穩定劑 (H1)：來自巴斯夫 (BASF) 之 Uvinul 4050。

【0095】八乙炔基多面體寡聚倍半矽氧烷 (OV-POSS)：向 500 mL 三頸燒瓶中添加無水甲醇 (200 mL)、去離子水 (9 mL) 及濃鹽酸 (36 wt%，2 mL)。將所得第一混合物在 40°C 下攪拌約 10 分鐘。隨後向第一混合物歷經 4 小時逐滴加入於甲醇 (50 mL) 中之乙炔基三甲氧基矽烷 (20 mL， $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{H})\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$) 之溶液。在乙炔基三甲氧基矽烷溶液之添加完成之後，一次性添加額外部分甲醇 (30 mL)。將所得組合混合物在 40°C 下攪拌 5 天。形成 OV-POSS 沈澱且將其過濾出。將所得濾餅溶解在最小量之四氫呋喃中，且向所得溶液添加乙醇以

再沈澱 OV-POSS。將再沈澱的 OV-POSS 在減壓下過濾且乾燥以生成 1 g (11% 產率) 呈白色固體狀之 OV-POSS。

【0096】 磷氮烯鹼 (「P4-t-Bu」) : 1-第三丁基-4,4,4-三(二甲胺基)-2,2-雙[三(二甲胺基)磷亞基胺基]-2⁵,4⁵-連二(磷氮烯)於己烷中之 0.4 莫耳溶液, 自西格瑪-阿爾德里奇 (Sigma-Aldrich) 獲得。

【0097】 比較實例 1 及 2 (CE1 及 CE2) : 在 120°C 下在 Brabender 密閉混合器中以 40 轉/分鐘 (rpm) 持續 5 分鐘在單獨操作中將 OV-POSS 添加至 LDPE (A3) 之熔融物中, 得到中間產物組合物。在 120°C 下按壓中間產物組合物 2 分鐘以形成薄板。將薄板切成丸粒, 且用有機過氧化物 (C1) 在 80°C 下浸泡丸粒 6 小時得到 CE1 及 CE2。參見表 1 及 3。

【0098】 比較實例 3 及 4 (CE3 及 CE4) : 在單獨操作中, 以 50 轉/分鐘 (rpm) 在 HAAKE 內部混合物中在 120°C 下使 LDPE (A2) 熔融 5 分鐘。隨後添加單環有機矽氧烷 (B3) 及磷氮烯鹼 P4-t-Bu (不同量), 且將所得組合混合 30 秒。隨後添加有機過氧化物 (C1), 且將所得組合混合 30 秒得到中間產物組合物。將中間產物組合物在 120°C 下在 10 兆帕斯卡 (MPa) 壓力下按壓 30 秒, 得到分別呈薄板狀之 CE3 及 C4。參見表 1 及 3。

【0099】 比較實例 5 及 6 : 用有機過氧化物 (C1) 在 80°C 下浸泡 LDPE (A3) 丸粒 6 小時, 得到組合物 CE5 及 CE6。參見表 1 及 3。

表 1：CE1 至 CE6 之組合物 (0=0.00)

組分 (重量份)	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6
LDPE (A3)	98.40	98.55	0	0	98.65	98.85
LDPE (A2)	0	0	98.20	97.80	0	0
過氧化二異丙苯 (C1)	0.50	0.50	0.50	0.50	1.35	1.15
OV-POSS	1.10	0.50	0	0	0	0
P4-t-Bu	0	0	0.10	0.50	0	0
(B1) = (D ^{Vi}) ₃	0	0	0	0	0	0
(B2) = (D ^{Vi}) ₄	0	0	0	0	0	0
(B3) = (D ^{Vi}) ₅	0	0	1.20	1.20	0	0
TAIC (D1)	0	0.45	0	0	0	0
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
乙烯基含量 (mmol)	13.9	12.4	13.9	13.9	0	0

【0100】 本發明實例 1 至 6 (IE1 至 IE6)：在單獨操作中，在烘箱中使單環有機矽氧烷 (B1)、(B2) 或 (B3) 及視情況異氰尿酸三烯丙酯 (TAIC) 及有機過氧化物 (C1) 在 80℃ 下浸入 LDPE (A3) 或 (A2) 中 6 小時，得到呈丸粒形式形式之本發明組合物 IE1 至 IE6。參見表 2 及 4。

表 2：IE1 至 IE6 之組合物。(0=0.00)

組分 (重量份)	IE1	IE2	IE3	IE4	IE5	IE6
LDPE (A3)	98.30	0	0	98.55	98.30	0
LDPE (A2)	0	98.30	98.80	0	0	98.30
過氧化二異丙苯 (C1)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
(B1) = (D ^{Vi}) ₃	0	0	0	0	1.20	0
(B2) = (D ^{Vi}) ₄	1.20	1.20	0.70	0.50	0	0
(B3) = (D ^{Vi}) ₅	0	0	0	0	0	1.20
TAIC (D1)	0	0	0	0.45	0	0
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
乙烯基含量 (mmol)	13.9	13.9	8.1	11.2	13.9	13.9

【0101】 根據 T90 交聯時間測試方法、焦化時間測試方法及遷移量測測試方法中之一者或多這表徵組合物 CE1 至 CE6 及 IE1 至 IE6 組合物之丸粒的測試樣品。參見表 3 及 4。

表 3：CE1 至 CE6 之表徵。

表徵	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6
在 180°C 下之最低扭矩 (dN-m)	0.22	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
在 180°C 下之最高扭矩 MH (dN-m)	3.56	3.52	2.95	1.89	3.39	2.93
180°C 下之 T90 交聯時間 (min.)	4.64	3.93	3.57	2.60	4.36	4.41
是否觀測到表面遷移？*	否	否	否	否	否	否
140°C 下之焦化時間 ts1 (min.)	26.5	34.8	28.3	30.5	34.6	41.3

*初始遷移在 17 小時之後測定。

表 4：IE1 至 IE6 之表徵。

表徵	IE1	IE2	IE3	IE4	IE5	IE6
在 180°C 下之最低扭矩 (dN-m)	0.18	0.21	0.23	0.19	0.18	0.21
在 180°C 下之最高扭矩 MH (dN-m)	3.16	3.70	3.13	3.13	3.52	3.31
180°C 下之 T90 交聯時間 (min.)	4.55	4.29	4.13	4.68	4.27	4.08
是否觀測到表面遷移？*	否	否	否	否	否	否
140°C 下之焦化時間 ts1 (min.)	57.5	30.3	28.2	59.0	54.7	32.9

*初始遷移在 17 小時之後測定。

【0102】如由將 CE1 之資料與 CE5 之資料比較所指示，為達成相同固化水準 OV-POSS 損害抗焦化性，如藉由與 CE1 之該值相比 CE5 在 140°C (min.) 下的較短焦化時間 ts1 值所指示。如由將 CE6 之資料與 IE1 之資料比較所指示，為達成相同固化水準，(B) 單環有機矽氧烷改良抗焦化性，如藉由與 CE6 之該值相比 IE1 在 140°C 下較長焦化時間 ts1 值所指示。如由將 CE2 之資料與 CE5 之資料比較所指示，在另一助劑異氰尿酸三烯丙酯之存在下，藉由與 CE2 之該值相比 CE5 在 140°C 下可比較的焦化時間 ts1 (min.) 值所指示，OV-POSS 不損害抗焦化性。如由將 CE6 之資料與 IE4 之資料比較所指示，在另一助劑異氰尿酸三烯丙酯之存在下，(B) 單環有機矽氧烷仍改良抗焦化性，其由與 CE6 之該值相比 IE4 在 140°C 下較長焦化時間 ts1 (min.) 值所指示。如由將 CE3 及 CE4 之資料與 IE6 之資料比較所指示，CE3 及 CE4 中之磷氮烯鹼 (P4-t-Bu) 未有助於交聯且實際上損害 (降低) 交聯水準，如由 180°C 下的最高扭矩 MH 所指示。CE3 及 CE4 之值顯著地低於 IE6 最高扭矩 MH 在 180°C 下之值。磷氮烯鹼對交聯水準之有害作用隨磷氮烯鹼之濃度增加而逐漸更大 (CE3 相對於 CE4)。

【0103】 以引用之方式在此併入以下申請專利範圍如編號態樣，不同在於用「態樣」替代「申請專利範圍」。



I681994

【發明摘要】

【中文發明名稱】聚烯烴組合物

【英文發明名稱】POLYOLEFIN COMPOSITION

【中文】

本發明係關於一種包含聚烯烴聚合物、烯基官能性單環有機矽氧烷及有機過氧化物的聚烯烴組合物；自其製得之產物；製備及使用其之方法；及含有其之製品。

【英文】

A polyolefin composition comprising a polyolefin polymer, an alkenyl-functional monocyclic organosiloxane, and an organic peroxide; products made therefrom; methods of making and using same; and articles containing same.

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種聚烯烴組合物，包含（A）聚烯烴聚合物，其為包含 50 至 100 重量%（wt%）乙烯屬單體單元、50 至 0 wt%（ C_3 - C_{20} ） α -烯烴衍生之共聚單體單元及 20 至 0 wt% 二烯共聚單體單元的低密度聚乙烯（LDPE）聚合物，其中總重量百分比為 100.00 wt%；交聯有效量之（B）式（I）之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ （I），其中下標 n 為大於或等於 3 之整數；每個 R^1 獨立地為（ C_2 - C_4 ）烯基或 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；並且每個 R^2 獨立地為 H、（ C_1 - C_4 ）烷基、苯基或 R^1 ；及（C）有機過氧化物；其限制條件為所述聚烯烴組合物不含磷氮烯鹼（phosphazene base）。

【第2項】 一種聚烯烴組合物，包含（A）聚烯烴聚合物，其為包含 50 至 100 重量%（wt%）乙烯屬單體單元、50 至 0 wt%（ C_3 - C_{20} ） α -烯烴衍生之共聚單體單元及 20 至 0 wt% 二烯共聚單體單元的低密度聚乙烯（LDPE）聚合物，其中總重量百分比為 100.00 wt%；（B）式（I）之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ （I），其中下標 n 為大於或等於 3 之整數；每個 R^1 獨立地為（ C_2 - C_4 ）烯基或 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；並且每個 R^2 獨立地為 H、（ C_1 - C_4 ）烷基、苯基或 R^1 ；及（C）有機過氧化物；其限制條件為所述聚烯烴組合物不含磷氮烯鹼；且限制條件為當下標 n 為 4 時，所述（A）聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多的選自由氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦及其混合物組成之群的無機填充劑。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 3 且所述（B）式（I）之單環有機矽氧烷藉由限制（i）至（x）中之任一者描述：（i）每個 R^1 獨立地為（ C_2 - C_3 ）烯基；且每個 R^2 獨立地為 H、（ C_1 - C_2 ）烷基或（ C_2 - C_3 ）烯基；（ii）每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為（ C_1 - C_2 ）烷基；（iii）

第 107122059 號專利申請案申請專利範圍替換本 修正日期：108.10.22

每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(v) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 為甲基；(vi) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；且每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(vii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(viii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(ix) 所述聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多的選自由氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦及其混合物組成之群的無機填充劑；及 (x) 限制 (ix) 與限制 (i) 至 (viii) 中任一者之組合。

【第4項】如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 4 且所述 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷藉由限制 (i) 至 (x) 中之任一者描述：(i) 每個 R^1 獨立地為 (C_2-C_3) 烯基；且每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(ii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(iii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(v) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 為甲基；(vi) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；並且每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(vii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(viii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(ix) 所述聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多的任何無機填充劑；及 (x) 限制 (ix) 與限制 (i) 至 (viii) 中之任一者之組合。

第 107122059 號專利申請案申請專利範圍替換本 修正日期：108.10.22

【第5項】如申請專利範圍第1項或第2項所述之聚烯烴組合物，其中下標 n 為 5 或 6 且所述 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷藉由限制 (i) 至 (x) 中之任一者描述：(i) 每個 R^1 獨立地為 (C_2-C_3) 烯基；且每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(ii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(iii) 每個 R^1 為乙烯基；且每個 R^2 為甲基；(iv) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(v) 每個 R^1 為烯丙基；且每個 R^2 為甲基；(vi) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 或甲基且下標 m 為 1 至 4 之整數；且每個 R^2 獨立地為 H、 (C_1-C_2) 烷基或 (C_2-C_3) 烯基；(vii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為 H 且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(viii) 每個 R^1 獨立地為 $H_2C=C(R^{1a})-C(=O)-O-(CH_2)_m-$ ，其中 R^{1a} 為甲基且下標 m 為 3；並且每個 R^2 獨立地為 (C_1-C_2) 烷基；(ix) 所述聚烯烴組合物不含有 24 wt% 或更多的選自由氧化鋁、矽酸鋁、矽酸鈣、矽酸鎂、二氧化矽、二氧化鈦及其混合物組成之群的無機填充劑；及 (x) 限制 (ix) 與限制 (i) 至 (viii) 中任一項之組合。

【第6項】如申請專利範圍第1項或第2項所述之聚烯烴組合物，由限制(i)至(vii)中之任一者描述：(i) 所述 (A) 聚烯烴聚合物之特徵在於如藉由 ASTM D792-13, 方法 B, 於 2-丙醇中所量測，密度為 0.86 至 0.97 公克/立方公分(g/cm^3)；(ii) 所述 (A) 聚烯烴聚合物為所述聚烯烴組合物之重量的 80 至 99.89 重量% (wt%)；(iii) 所述 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷為所述聚烯烴組合物之 0.1 至 3 wt%；且所述 (C) 有機過氧化物為所述聚烯烴組合物之 0.01 至 4.5 wt%；(iv) (i) 及 (ii) 兩者；(v) (i) 及 (iii) 兩者；(vi) (ii) 及 (iii) 兩者；以及 (vii) (i)、(ii) 及 (iii) 中之每一者。

【第7項】如申請專利範圍第1項或第2項所述之聚烯烴組合物，進一步包

第 107122059 號專利申請案申請專利範圍替換本 修正日期：108.10.22

含選自由以下組成之群的至少一種添加劑：(D) 習知助劑；(E) 抗氧化劑；(F) 填充劑；(G) 阻燃劑；(H) 受阻胺安定劑；(I) 抗樹劑 (tree retardant)；(J) 甲基自由基清除劑；(K) 防焦劑，(L) 成核劑及 (M) 碳黑；其限制條件為所述至少一種添加劑之總量為所述聚烯烴組合物之 > 0 至 70 wt%，且限制條件為所述 (F) 填充劑不包括任何省略的填充劑。

【第8項】一種製造聚烯烴組合物之方法，所述方法包含將 (A) 聚烯烴聚合物及 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷： $[R^1, R^2SiO_{2/2}]_n$ (I) 一起混合，以製造如申請專利範圍第 1 項至第 6 項中任一項所述之聚烯烴組合物。

【第9項】一種自由基固化如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述之聚烯烴組合物以製造交聯聚烯烴產物之方法，所述方法包含在固化有效溫度下與 (C) 有機過氧化物一起加熱所述聚烯烴組合物，以此方式使得 (A) 聚烯烴聚合物與 (B) 式 (I) 之單環有機矽氧烷反應，由此製造交聯聚烯烴產物。

【第10項】一種藉由如申請專利範圍第 9 項所述之固化方法製得的交聯聚烯烴產物。

【第11項】一種製造製品，包含如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述之聚烯烴組合物，或藉由如申請專利範圍第 8 項所述之方法製得的聚烯烴組合物，或如申請專利範圍第 10 項所述之交聯聚烯烴產物的成形形式。

【第12項】一種經塗佈導體，包含導電芯及至少部分地覆蓋所述導電芯之絕緣層，其中所述絕緣層之至少一部分包含如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述之聚烯烴組合物或如申請專利範圍第 10 項所述之交聯聚烯烴產物。

【第13項】一種傳輸電之方法，所述方法包含跨越如申請專利範圍第 12 項所述之經塗佈導體之導電芯施加電壓，以便產生通過所述導電芯的電流。