



(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 I852966 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：108146337

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl. : C09D11/52 (2014.01)

H01B1/22 (2006.01)

(30)優先權：2019/01/18 美國

62/794,181

(71)申請人：德商漢高股份有限及兩合公司 (德國) HENKEL AG & CO. KGAA (DE)  
德國(72)發明人：克羅斯 羅伯特 P CROSS, ROBERT P. (US)；曾文華 ZHANG, WENHUA  
(CN)；楊 展航 YANG, ZHAN (US)；歐陽 江波 OUYANG, JIANGBO (US)；  
陳聿 CHEN, YU (CN)；赫爾伯特 林奈特 M HURLBURT, LYNNETTE M.  
(US)；葛斯塔弗森 達瑞 L GUSTAFSON, DAREL L. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 1942411A

CN 105940461A

CN 106147385A

CN 107001686A

US 4888135A

WO 2018/134411A1

審查人員：侯鈺玲

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：4 共 21 頁

(54)名稱

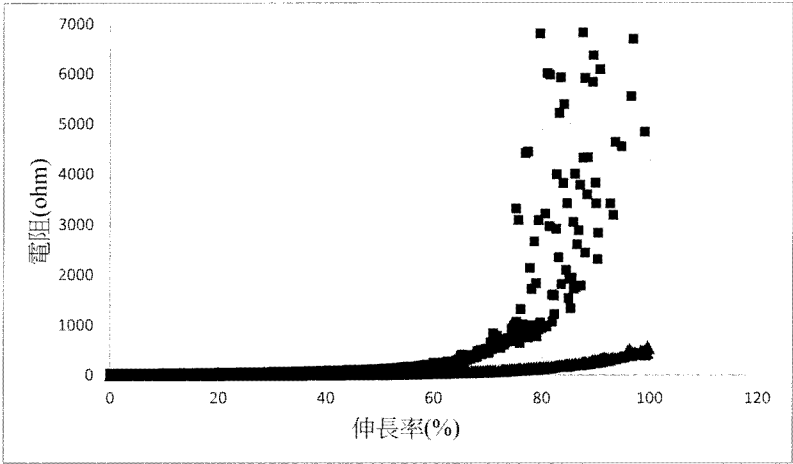
可拉伸導電墨水組合物

(57)摘要

本發明係關於包含聚合物、導電薄片、添加劑及視情況存在之導電珠粒之可拉伸導電墨水組合物，其中在伸長之前量測初始電阻率，且其中在 50%伸長率下之電阻率為該初始電阻率之約 10 倍或更小。

The invention is directed to stretchable conductive ink compositions comprising a polymer, conductive flake, an additive, and optionally conductive beads, wherein the initial resistivity is measured before elongation, and wherein the resistivity at 50% elongation is about 10 times or less of the initial resistivity.

指定代表圖：



【圖1】



I852966

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

可拉伸導電墨水組合物

## 【英文發明名稱】

STRETCHABLE ELECTRICALLY CONDUCTIVE INK

## COMPOSITIONS

## 【中文】

本發明係關於包含聚合物、導電薄片、添加劑及視情況存在之導電珠粒之可拉伸導電墨水組合物，其中在伸長之前量測初始電阻率，且其中在50%伸長率下之電阻率為該初始電阻率之約10倍或更小。

## 【英文】

The invention is directed to stretchable conductive ink compositions comprising a polymer, conductive flake, an additive, and optionally conductive beads, wherein the initial resistivity is measured before elongation, and wherein the resistivity at 50% elongation is about 10 times or less of the initial resistivity.

## 【指定代表圖】

圖1

## 【代表圖之符號簡單說明】

無

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

可拉伸導電墨水組合物

## 【英文發明名稱】

STRETCHABLE ELECTRICALLY CONDUCTIVE INK  
COMPOSITIONS

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於包含聚合物、導電薄片、添加劑及視情況存在之導電珠粒之可拉伸導電墨水組合物，其中在伸長之前量測初始電阻率，且其中在50%伸長率下之電阻率為初始電阻率之約10倍或更小。

## 【先前技術】

【0002】 需要經印刷之導電材料的新穎商業應用持續產生於電子工業中。此等商業應用中的一些為用於射頻識別之印刷天線(「RFID」)標籤、印刷電晶體、太陽能電池、模內電子裝置以及可穿戴電子裝置。此等經印刷之導電材料通常藉由使用特定印刷方法印刷導電墨水而產生。

【0003】 基於導電粒子之導電墨水通常為基於粒子的，該等導電粒子通常單獨合成且隨後併入至墨水調配物中。隨後調節所得導電墨水之特性以用於特定印刷方法及最終用途。通常，印刷方法需要特定黏度以允許組合物之印刷。可藉由此等特定印刷方法中之一者選擇性地施用導電墨水至所需基板。

【0004】 特定言之，在兩個主要領域中需求可拉伸導電墨水：1)模內應用，其包括用於電氣設備之面板、用於汽車及航空應用之儀錶盤及按鈕及用於工業控制之介面，及2)可穿戴應用，其包括但不限於紡織應用及

可穿戴醫療裝置。因為墨水之電導率在相對較低伸長率下損失，亦即，墨水不可拉伸，所以用於模內及可穿戴應用之現有導電墨水之有用性受到限制。

【0005】市售導電粒子包括通常表面經硬脂酸或油酸改質以使得能夠研磨且在儲存期間免於冷焊之銀薄片。然而，此表面處理並不改良組合物之拉伸或電導率，且僅適用於將粉末分散於基質中。

【0006】典型導電墨水在固化或乾燥時為高度填充複合物，其可含有超過50%之無機導電填充劑。即使當使用高伸長率聚合物基質時，與無填充劑之聚合物相比，此高度填充複合物仍可具有低得多的伸長率。因此，隨著填充劑負載量之增加，由於填充劑粒子將變得更接近在一起且伸長率受導電填充劑之硬度及填充劑粒子與聚合物黏合劑之間的強黏著性的限制，導電墨水組合物之可拉伸性減小。

【0007】此外，導電墨水組合物之電導率視導電填充劑之間的接觸而定以形成連續導電路徑。維持此等連續路徑同時拉伸導電墨水組合物為具有挑戰性的。

【0008】因此，仍需要在拉伸之後保持電導率且具有較高電及機械失效的伸長率之可拉伸導電墨水。

#### 【發明內容】

【0009】本文中提供包含聚合物、導電薄片及添加劑之可拉伸導電墨水組合物。在伸長之前量測可拉伸導電墨水組合物之初始電阻率，且在50%伸長率下之電阻率為初始電阻率之約10倍或更小。

【0010】在一替代性實施例中，提供一種可拉伸導電墨水組合物，其包括聚合物、導電薄片、導電珠粒及添加劑。在伸長之前量測可拉伸導

電墨水組合物之初始電阻率，且在50%伸長率下之電阻率不超過初始電阻率之約10倍。

**【圖式簡單說明】**

**【0011】** 圖1描繪與添加1體積%氟矽烷之對照組合物相比，對照組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比之曲線圖；

**【0012】** 圖2描繪與添加1體積%氟矽烷及10體積% 200 nm銀球之對照組合物相比，對照組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比之曲線圖；

**【0013】** 圖3描繪與包括3體積%之添加劑Kenrich KR-55(「KR-55」)之對照組合物相比，對照組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比之曲線圖；及

**【0014】** 圖4描繪與添加3體積%之添加劑KR-55及10體積%之200 nm銀球之對照組合物相比，對照組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比之曲線圖。

**【實施方式】**

**【0015】** 本文中提供包括添加劑且視情況存在之導電珠粒以增強墨水組合物之可拉伸性之可拉伸導電墨水組合物。特定言之，本文中所揭示之墨水組合物中之添加劑及視情況存在之珠粒在墨水經拉伸時允許墨水保持其電導率。

**【0016】** 意外地發現，導電粒子與墨水組合物之聚合物基質之間的相互作用為墨水組合物拉伸時之電導率的限制因素。因此，包含於本文中所揭示之墨水組合物中之添加劑減小導電粒子與墨水之聚合物基質之間的相互作用，從而提供組合物更佳斷裂伸長率。此外，視情況存在之導電珠粒允許導電薄片相對於彼此移動，同時維持導電路徑。

【0017】 特定言之，本文中所揭示為包含聚合物、導電薄片及添加劑之可拉伸導電墨水組合物，其中在伸長之前量測初始電阻率，且其中在50%伸長率下之電阻率為初始電阻率之約10倍或更小。

【0018】 在一替代性實施例中，揭示包含聚合物、導電薄片、導電珠粒及添加劑之可拉伸導電墨水組合物，其中在伸長之前量測初始電阻率，且其中在50%伸長率下之電阻率不超過初始電阻率之約10倍。

#### 【0019】 導電薄片

【0020】 本文中所用之導電薄片可選自此項技術中已知之多種導電薄片。導電薄片可為導熱、導電、熱絕緣、電絕緣或其各種組合。在一較佳實施例中，導電薄片係導電。

【0021】 例示性導電填充劑包括但不限於銀、銅、金、鈹、鉑、鎳、經金或銀塗佈之鎳、碳黑、碳纖維、石墨、鋁、氧化銦錫、經銀塗佈之銅、經銀塗佈之鋁、經金屬塗佈之玻璃球、經金屬塗佈之填充劑、經金屬塗佈之聚合物、經銀塗佈之纖維、經銀塗佈之球、經銻摻雜之氧化錫、導電奈米球、奈米銀、奈米鋁、奈米銅、奈米鎳、碳奈米管及其混合物。導電薄片可由金屬或碳製成。較佳地，導電薄片為銀、鋁、碳、鎳、銅、石墨薄片或其組合。更佳地，導電薄片為銀薄片。在一個實施例中，導電薄片為不同尺寸之銀薄片之混合物，諸如自Ferro市售之SF-80與自Metalor市售之SF-AA0101之混合物。

【0022】 導電薄片可呈薄片、樹枝狀或針型填充劑薄片之幾何形式。特定言之，導電薄片之縱橫比可在約0.9至1.1，較佳地大於約1.1範圍外。

【0023】 在經固化之組合物更硬且因此不太可拉伸時，導電薄片將

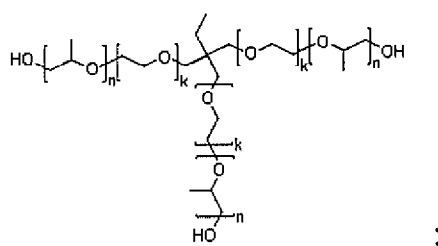
使得墨水具有更高黏度。然而，經增加之導電薄片負載量亦將增加組合物之電導率。因此，當確定包括於組合物中之導電薄片之適當量時，必需平衡此等兩種因素。較佳地，按整個組合物之體積計，導電薄片以約20體積%至約90體積%，例如約30體積%至約70體積%，例如約40體積%至約60體積%之量存在於組合物中。

#### 【0024】 添加劑

【0025】 包括於本文中所揭示之導電墨水組合物中之添加劑將減少薄片與聚合物之相互相用同時維持薄片-薄片之接觸，因此當拉伸墨水組合物時添加劑允許保持組合物之電導率，亦即添加劑將增加墨水組合物之可拉伸性。然而，添加劑將通常增加導電墨水組合物之初始電阻率。較佳地，經選擇包括於導電墨水組合物中之添加劑不會顯著增加導電墨水組合物之初始電阻率。

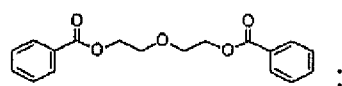
【0026】 特定言之，添加劑可為塑化劑、偶合劑、界面活性劑或其組合。

【0027】 塑化劑適用於本文中所揭示之導電墨水組合物，因為其均勻地分散於聚合物中、減少與導電薄片之相互作用且通常對電導率具有較大影響。較佳地，塑化劑可選自來自BASF Chemicals之Pluracol V10，展示如下，



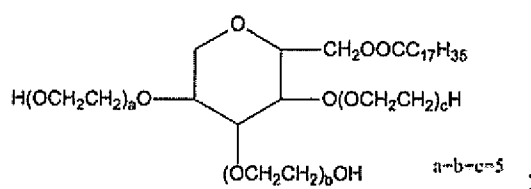
二乙二醇二苯甲酸酯(來自Eastman Chemical之Benzoflex 2088)展示如下，



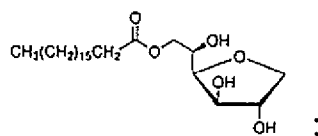


及氫化聚丁二烯二醇2000分子量(來自Nisso Chemical之GI2000)或其組合。

【0028】 界面活性劑，特定言之非離子界面活性劑，適用於本文所揭示之導電墨水組合物，因為其在添加時集中於薄片-聚合物界面，其降低聚合物與導電薄片之相互作用。較佳地，包括與聚合物具有弱相互作用之界面活性劑。較佳地，包括於組合物中之界面活性劑可選自根據下式之界面活性劑(作為Tween 61自Croda, Inc.市售)



根據下式之界面活性劑(作為Span 60自Croda, Inc. 市售)



非離子聚合分散劑(作為Hypermer KD 14自Croda Advanced Materials, Inc.市售)；結構化丙烯酸酯共聚物之溶液(作為Disperbyk-2008自BYK Additive & Instruments Chemistry Company市售)；及其組合。

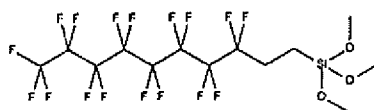
【0029】 偶合劑由於其與導電薄片之強相互作用而適用於本文中所揭示之墨水組合物。此外，較佳為短尾之偶合劑以減少與聚合物基質之潛在強相互作用。

【0030】 較佳地，偶合劑係選自以下由Kenrich Petrochemicals, Inc. 製造之二異丙基(油基)乙醯乙醯基鋁酸鹽(KA322)、2,2(雙2-丙烯醇根基甲基)丁醇鈦IV、參(二辛基)焦磷酸根-O (LICA38)、肆(雙2-丙烯醇根基

甲基)-1-丁醇鈦IV與2莫耳亞磷酸氫(二-十三烷基)酯的加合物(KR-55)、肆2,2(雙2-丙烯醇根基甲基)丁醇鋇IV與2莫耳之亞磷酸氫二-十三烷基酯的加合物(KZ-55)、2,2(雙2-丙烯醇根基甲基)丁醇鋇IV、參(二辛基)磷酸根-O(NZ12)或其組合。

【0031】 氟化矽烷尤其適用於本文中所揭示之導電墨水組合物。當氟化矽烷包括於導電墨水組合物中時，矽烷之一端可與導電薄片之表面反應，且氟化末端可減少與聚合物之摩擦及相互作用。

【0032】 較佳地，氟化矽烷可包括於根據下式之組合物中：



【0033】 更佳地，添加劑為鈦酸鹽偶合劑或鋇酸鹽偶合劑。更佳地，添加劑為肆(雙2-丙烯醇根基甲基)-1-丁醇鈦IV與2莫耳亞磷酸氫(二-十三烷基)酯的加合物(由Kenrich Petrochemicals, Inc.製造之KR-55)。

【0034】 按組合物之總體積計，添加劑以約0.01至約10體積%、較佳約0.1至約2體積%、更佳約0.10至約0.3體積%之量包括於導電組合物中。

### 【0035】 聚合物

【0036】 用於本文中所揭示之導電墨水組合物之適用聚合物受組合物之印刷方法及最終用途限制。聚合物可基於組合物之所需特性，諸如固化溫度、固化時間、黏度及硬度來選擇。本文中所使用之聚合物可為例如熱塑性聚合物、熱固性聚合物及彈性體。

【0037】 適用之熱塑性聚合物包括但不限於：聚丙烯酸酯、ABS、耐綸(Nylon)、PLA、聚苯并咪唑、聚碳酸酯、聚醚砜、聚甲醛、聚醚醚

酮、聚醚醯亞胺、聚乙烯、聚苯醚、聚苯硫醚、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯及鐵氟龍(Teflon)。

【0038】 適用之熱固性聚合物包括但不限於：聚酯、聚胺甲酸酯、聚脲/聚胺甲酸酯、硫化橡膠、電木、苯酚-甲醛、硬塑料(duroplast)、尿素-甲醛、三聚氰胺、鄰苯二甲酸二烯丙基酯(DAP)、環氧樹脂、環氧酚醛清漆、苯并噁嗪、聚醯亞胺、雙順丁烯二醯亞胺、氰酸酯、聚三聚氰酸酯、呋喃、聚矽氧、thiolite及乙烯酯。

【0039】 適用之彈性體包括但不限於：不飽和橡膠，諸如：聚異戊二烯、聚丁二烯、氯丁二烯、聚氯丁二烯、氯丁橡膠、baypren、丁基橡膠、鹵化丁基橡膠、苯乙烯-丁二烯、氫化腈、therban、zetpol；飽和橡膠，諸如：乙炔丙烯(EPM)、乙炔丙烯二烯(EPDM)、表氯醇(ECO)、聚丙烯酸橡膠(ACM, ABR)、聚矽氧橡膠、氟聚矽氧橡膠、氟彈性體 viton、tecnoflon、氟橡膠(fluorel)、aflas、Dai-El、全氟彈性體、tecnoflon PFR、Kalrez、Chemaz、Perlast、聚醚嵌段醯胺(PEBA)、氯磺化聚乙烯(CSM)、Hypalon、乙炔-醋酸乙炔酯(EVA)；其它彈性體，諸如：熱塑性彈性體(TPE)、蛋白質節枝彈性蛋白(resilin)及彈性蛋白、聚硫化橡膠、聚烯烴彈性纖維、彈性纖維。

【0040】 較佳地，將熱塑性胺基甲酸酯(TPU)用作聚合物，因為TPU具有高極性，其將與導電薄片具有強相互作用，因此包括此聚合物為適用的，因為本文所揭示之TPU與添加劑之組合將顯著降低聚合物-薄片相互作用且改良可拉伸性。

【0041】 特定言之，例如，ESTANE®5715、ESTANE®5703(由Lubrizol製造)適用於本文中所揭示之組合物。氯乙烯共聚物亦適用，例如

VINNOL®E15/48A(由Wacker Chemie AG製造)。

【0042】 較佳地，選擇添加劑及聚合物以使得其溶解度參數差大於約2。

【0043】 導電珠粒

【0044】 本文中所揭示之組合物可視情況進一步包含導電珠粒。導電珠粒使導電薄片相對於彼此移動，同時維持貫穿墨水組合物之導電路徑。

【0045】 此外，當藉由包含導電珠粒來增加導電填充劑定向之隨機性時，改良導電填充劑之接觸效率。將超出約0.9至約1.1之縱橫比之非球形導電填充劑與低縱橫比球形珠粒(約0.9至約1.1之縱橫比)合併可幫助增加導電填充劑之定向之此隨機性，藉此增加導電填充劑之接觸效率。亦可優化珠粒與薄片之尺寸比率以便增加填充劑定向之隨機性。

【0046】 珠粒為導電的且亦可由以下各者製成：銀、銅、金、鈀、鉑、鎳、經金或銀塗佈之鎳、碳黑、碳纖維、石墨、鋁、氧化銦錫、經銀塗佈之銅、經銀塗佈之鋁、經金屬塗佈之玻璃球、經金屬塗佈之填充劑、經金屬塗佈之聚合物、經銀塗佈之纖維、經銀塗佈之球、經銻摻雜之氧化錫、導電奈米球、奈米銀、奈米鋁、奈米銅、奈米鎳。珠粒可由與導電薄片相同之材料或不同導電材料製成。

【0047】 包括於本文中所揭示之組合物中之導電珠粒的縱橫比可為0.9至1且直徑小於1  $\mu\text{m}$ 。

【0048】 另外，珠粒之直徑與薄片之尺寸的尺寸比率可在約0.5至約2.0，例如約0.85至約1.15範圍內。

【0049】 甚至進一步，包括於組合物中之導電薄片與導電珠粒之體

積比在按體積計約98:2至約55:95、較佳約70:30範圍內。

#### 【0050】 溶劑

【0051】 組合物可進一步包含其他視情況存在之組分。例如，組合物可進一步包含溶劑，特定言之有機溶劑。當包括於本文中所揭示之組合物中時，有機溶劑可包含基於醚或酯之溶劑、甲苯、水或其他典型有機溶劑或其組合。溶劑應在室溫下穩定且對於組合物中所包括之聚合物可溶。另外，在墨水組合物之固化溫度下，溶劑應快速蒸發。

#### 【0052】 墨水組合物

【0053】 本文中所揭示之本發明之可拉伸導電墨水在拉伸之後產生較佳單一及多種拉伸效能，較高電導率，且允許具有提高之可撓性及較高電及機械失效之伸長率的情況下較高量的導電薄片負載量。

【0054】 特定言之，本文中所揭示之墨水組合物之初始電阻率在約 $1 \times 10^{-3}$ 至約 $1 \times 10^{-5}$  Ohm\*cm範圍內。另外，在約100%伸長率下之電阻率小於約100 Ohm\*cm。

【0055】 當電導率不可量測時，例如當歐姆計上之電阻值超過 $10^{+6}$ 歐姆時，藉由開路歐姆計定義電導率損失。本文中所揭示之墨水組合物之電導率直至伸長率達到大於約50%才損失。

### 實例

#### 測試方法

#### 【0056】 獨立膜

【0057】 在實驗室混合器中製備導電墨水組合物。接下來，將所製備之墨水下引至模板(啞鈴形，ASTM D638 V型)上。隨後將模板上之油墨置放於在約120°C下之對流烘箱中約20分鐘，且隨後冷卻至室溫。隨後

自模板移除墨水樣本。接下來，使用4點探針測試及雙向注射泵實時量測電阻與應力。所執行之測試包括單次拉伸、拉伸及保持、重複振盪、不同拉伸速率及不同伸長率測試。

**【0058】 玻璃載片 電阻率**

**【0059】** 在實驗室混合器中製備導電墨水組合物。隨後用目標5 mm寬、20  $\mu\text{m}$ 厚之帶之製造膠帶將墨水組合物下引至玻璃載片上。隨後將玻璃載片上之墨水組合物添加至在約120°C下之對流烘箱約20分鐘。隨後將組合物冷卻至室溫，且移除玻璃載片。隨後測試墨水組合物樣本，且用4點探針測定電阻。

**【0060】 基板上之印刷墨水**

**【0061】** 在實驗室混合器中製備導電墨水組合物。隨後將墨水網版印刷至目標為約3 mm至約5 mm寬，且厚度為約20  $\mu\text{m}$ 之基板上。隨後將基板上之墨水置於在約80°C至120°C下之對流烘箱中，視所用基板之熱極限而定。隨後將基板上之墨水組合物冷卻至室溫且測試。用4點(pt)探針測定電阻。

**【0062】** 聚合物之內聚特性之定量量測值為內聚能量 $E_{coh}$ 。每單位體積內聚能量稱為內聚能量密度( $e_{coh}$ )，且內聚能量密度之平方根為溶解度或希耳德布蘭特(*Hildebrand*)參數 $\delta_h$ 。此參數常常用於塗料行業中以幫助選擇溶劑及預測聚合物之相容性。亦使用溶解度參數來預測聚合物之耐化學性、滲透速率及機械特性，僅列舉若干應用。

**【0063】** 呈凝聚態之物質之內聚能量( $E_{coh}$ )定義為若所有分子間力消除，則每莫耳物質之內部能量(U)之增加量。與其他兩個量之相關性為：

$$e_{coh} \text{ (J/cm}^3 \text{ = MPa)} = E_{coh} / V_m$$
$$\delta_h \text{ (MPa}^{1/2}\text{)} = (E_{coh} / V_m)^{1/2} = e_{coh}^{1/2}$$

【0064】 在低分子量化合物之情況下，內聚能量 $E_{coh}$ 為蒸發材料所需之能量：

$$E_{coh} \approx \Delta H_{vap} - RT$$

然而僅可間接地量測聚合物之內聚能量，因為高分子化合物通常在其蒸發之前分解。出於此原因，內聚能量常常用基團貢獻法計算。

【0065】 量測以下實例中所用之添加劑之內聚能量密度及溶解度參數。內聚能量密度及溶解度參數展示於以下表1中。自此等經量測特性判定，增大可拉伸性最多之添加劑與包括於組合物中之聚合物之溶解度參數差小於約1。

表1

|                | 內聚能量密度          | 溶解度參數                      |
|----------------|-----------------|----------------------------|
| 物質             | E_coh/V (J/cm3) | Sqrt(E_coh/V)<br>(MPa^0.5) |
| 氟矽烷            | 197.49          | 14.05                      |
| NZ12           | 287.48          | 16.96                      |
| 聚丁二烯           | 289.00          | 17.00                      |
| 鋁酸鹽            | 323.81          | 17.99                      |
| KR 55          | 334.41          | 18.29                      |
| 油酸             | 346.22          | 18.61                      |
| 硬脂酸            | 348.50          | 18.67                      |
| Span 60        | 367.17          | 19.16                      |
| TPU            | 420.25          | 20.50                      |
| Benzoflex 2088 | 497.94          | 22.31                      |
| Pluracol V10   | 997.68          | 31.59                      |
| Tween 61       | 1125.17         | 33.54                      |

【0066】 對於所有以下實例，使用Instron 5848微型測試器進行伸長率測試，且使用具有實時量測之四點探針測試來測試拉伸期間之電阻率。長度之初始量測值為20 mm。

【0067】 對照實例A為包括聚合物及不具有添加劑或導電珠粒之導

電粒子的實驗導電墨水調配物。對照實例A之組合物展示於下表2中，如下其中SF-7AT來自AMES Goldsmith、Estane 5717來自Lubrizol、Butyle carbitol來自Sigma Adrich，且Dowanol PMA 二醇醚乙酸酯來自Dow Chemical。

表2

| 組合物                | 基於總組合物之重量百分比 |
|--------------------|--------------|
| Dowanol PMA 二醇醚乙酸酯 | 8.68         |
| 二乙二醇單丁醚            | 26.87        |
| Estane 5715        | 8.89         |
| SF-7AT             | 55.56        |
| 總計                 | 100          |

【0068】 如表3-1中所展示，對照實例A在拉伸後失效，因為其彈性恢復不佳且在伸長率達至100%之前機械失效。

【0069】 藉由將約0.5 wt%混合至對照實例A組合物中，隨後在約120℃下約30分鐘來篩選若干化合物以測定化合物在改良伸長率方面之有效性。如表2中所展示，與無添加劑之對照實例A組合物相比，GI 2000添加劑導致超過3倍伸長率。與無添加劑之對照實例A組合物相比，KR 55添加劑導致甚至更大伸長率，而沒有自GI 2000添加劑觀測到之初始電阻增加。PSR-1401為Hypermer KD 14，且PSR-1401展示與對照實例A組合物相比類似之超過3倍伸長率結果，而無初始電阻之任何增加。

表3-1.增塑劑：

| 添加劑            | 濃度 (%) | 在伸長率(%)處電導率損失 | 初始電阻(Ω) | 在50%伸長率處之電阻((Ω)) |
|----------------|--------|---------------|---------|------------------|
| 對照實例           | 0      | 25            | 0.05    | --               |
| Pluracol V10   | 0.5    | 60            | 0.05    | 8                |
| Benzoflex 2088 | 0.5    | 100           | 0.05    | 8                |
| GI2000         | 0.5    | 160           | 0.09    | 7                |



表3-2：偶合劑

| 添加劑             | 濃度 (%) | 在伸長率(%)處電導率損失 | 初始電阻(Ω) | 在50%伸長率處之電阻((Ω)) |
|-----------------|--------|---------------|---------|------------------|
| 對照實例            | 0      | 25            | 0.05    | --               |
| Kenrich KA322   | 0.5    | 25            | 0.12    | --               |
| Kenrich LICA 38 | 0.5    | 80            | 0.15    | 28               |
| Kenrich KR55    | 0.5    | 180           | 0.04    | 3                |
| Kenrich KZ 55   | 0.5    | 70            | 0.03    | 4                |
| Kenrich NZ12    | 0.5    | 110           | 0.03    | 7.5              |

表3-3：界面活性劑

| 添加劑            | 濃度 (%) | 在伸長率(%)處電導率損失 | 初始電阻(Ω) | 在50%伸長率處之電阻((Ω)) |
|----------------|--------|---------------|---------|------------------|
| 對照實例           | 0      | 25            | 0.05    | --               |
| Tween 61       | 0.5    | 80            | 0.06    | 7                |
| PSR-1401       | 0.5    | 150           | 0.05    | 4                |
| Span 60        | 0.5    | 10            | 0.04    | --               |
| Disperbyk 2008 | 0.5    | 100           | 0.05    | 4.5              |

【0070】 圖1描繪對於單獨及添加1體積%氟矽烷之對照實例A之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比的曲線圖。圖1展示在無氟矽烷添加劑之情況下，對照實例A組合物在約80%伸長率下失效。在有氟矽烷的情況下，對照實例A組合物在約100%伸長率下失效。圖1表明，包括約1體積%氟矽烷會使墨水組合物之可拉伸性增加約20%。

【0071】 圖2表明可將包括200 nm銀球添加至組合物以改良可拉伸性。特定言之，圖2描繪與展示為三角形之包括約1體積%氟矽烷及約10體積% 200nm銀球之對照實例A組合物相比，以方塊展示之對照實例A組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比的曲線圖。與圖1相比，圖2表明由包括銀球實現之改良。

【0072】 圖3描繪與展示於三角形中之包括約3體積%之添加劑鈦酸鹽偶合劑KR 55之對照實例A組合物相比，以圓圈展示之對照實例A組合物之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比的曲線圖。與圖1相比，圖3表明由使

用諸如KR 55之鈦酸鹽偶合劑作為添加劑實現增強之可拉伸性。

【0073】 圖4描繪與包括約3體積%之添加劑KR 55及約10體積%之具有0.70  $\mu\text{m}$ 粒度之Metalor銀粉C-0017的對照組合物對照實例A相比，以圓圈展示之對照組合物對照實例A之電阻(Ohm)相對於伸長率百分比的曲線圖。與圖3相比，圖4展示不管最初包括於組合物中之添加劑之類型，將銀粉添加至組合物時實現增強之可拉伸性。

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種可拉伸導電墨水組合物，其包含：

聚合物，

導電薄片，

導電珠粒，及

添加劑，

其中在伸長之前量測初始電阻率，

其中在50%伸長率下之電阻率為該初始電阻率之10倍或更小，

其中該添加劑及該聚合物之溶解度參數差大於2，且

其中按體積計該導電薄片與該導電珠粒之比例在98:2至55:95範圍內。

### 【第2項】

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電薄片包含銀、鋁、碳、鎳、銅、石墨或其組合。

### 【第3項】

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中在100%伸長率下之電阻率小於100 Ohm\*cm。

### 【第4項】

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該初始電阻率在 $1 \times 10^{-3}$ 至 $1 \times 10^{-5}$  Ohm\*cm範圍內。

### 【第5項】

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其進一步包含有機溶劑。

**【第6項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中電導率直至伸長率達到大於50%才損失。

**【第7項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電薄片以20體積%至90體積%之量存在於該組合物中。

**【第8項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該添加劑係以0.01體積%至10體積%之量存在於該組合物中。

**【第9項】**

如請求項8之可拉伸導電墨水組合物，其中該添加劑以0.10體積%至0.3體積%之量存在於該組合物中。

**【第10項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該聚合物為熱塑性聚胺基甲酸酯。

**【第11項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該添加劑為鈦酸鹽偶合劑或鋇酸鹽偶合劑。

**【第12項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該添加劑為肆(雙2-丙烯酸根基甲基)-1-丁醇鈦IV與2莫耳亞磷酸氫(二-十三烷基)酯的加合物。

**【第13項】**

如請求項2之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電薄片為銀薄片。

**【第14項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電珠粒為銀珠粒。

**【第15項】**

如請求項3之可拉伸導電墨水組合物，其中在100%伸長率下之電阻率為 $1 \times 10^{-4}$  Ohm-cm。

**【第16項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電珠粒之直徑小於1  $\mu\text{m}$ 。

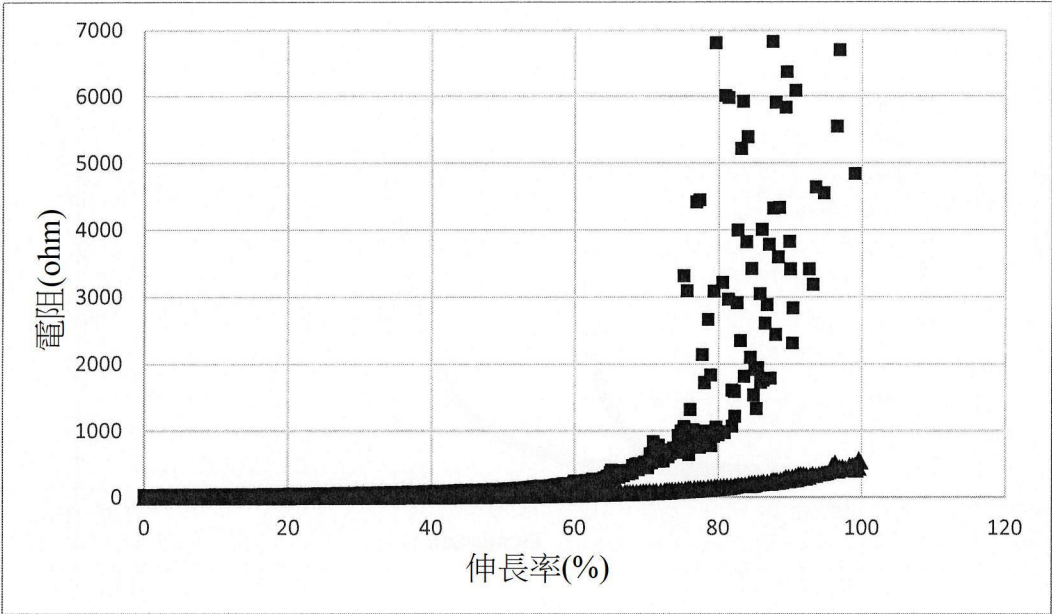
**【第17項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該導電珠粒之縱橫比為1。

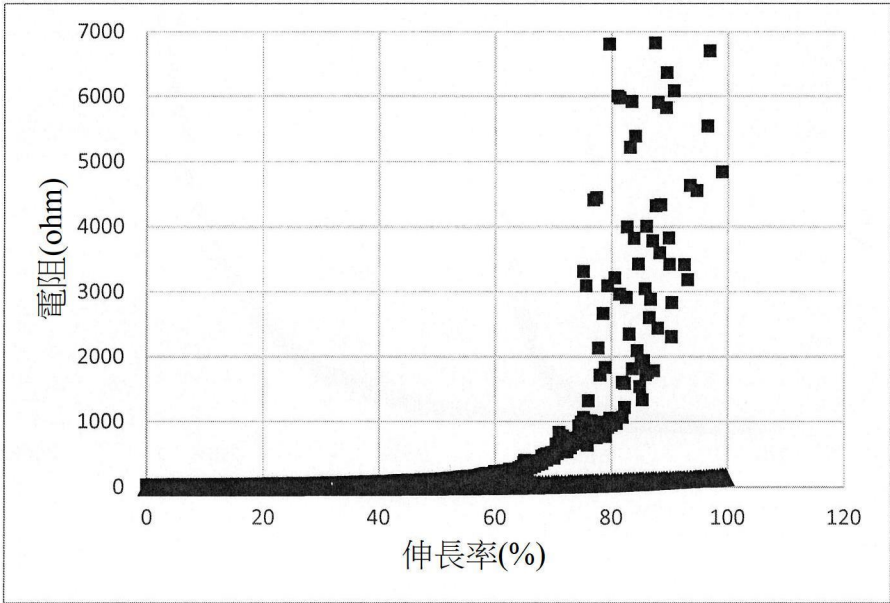
**【第18項】**

如請求項1之可拉伸導電墨水組合物，其中該添加劑為塑化劑、偶合劑或界面活性劑。

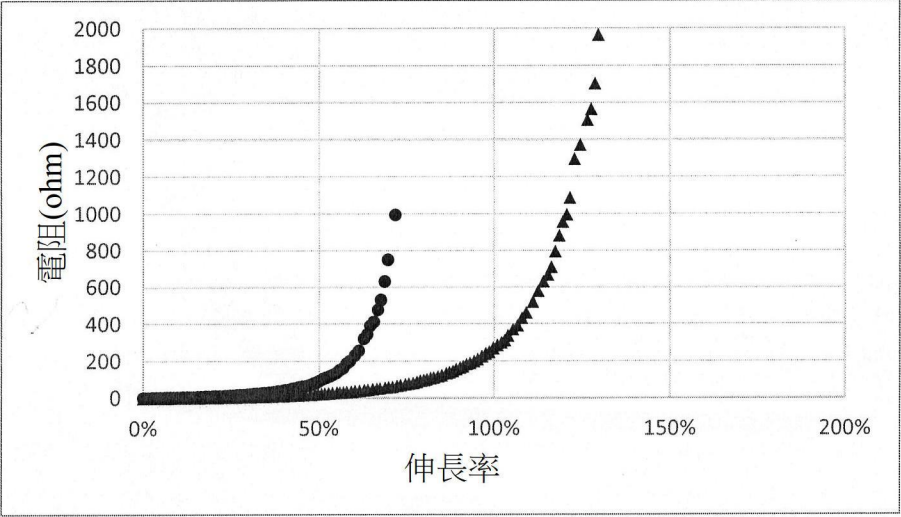
【發明圖式】



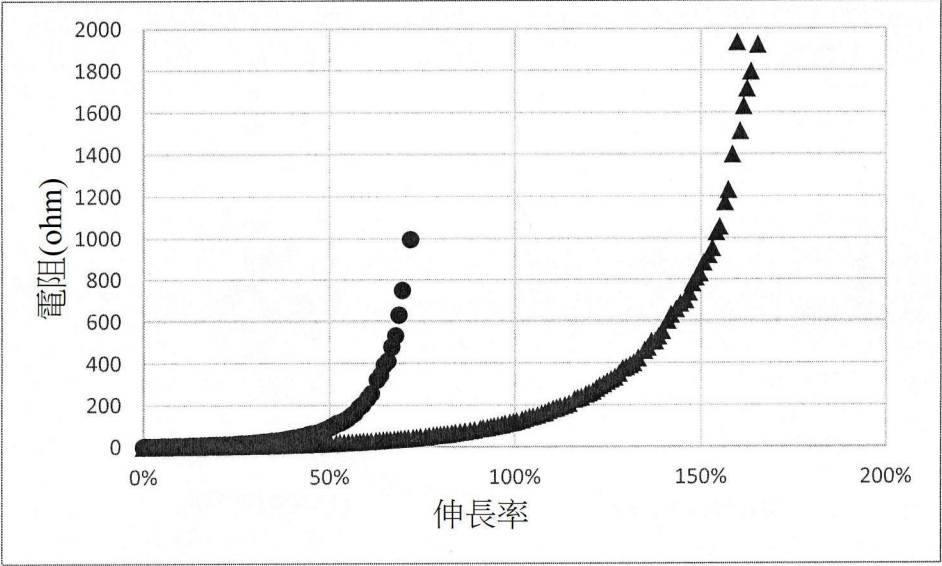
【圖1】



【圖2】



【圖3】



【圖4】