I700345

(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 I700345 B**

(45)公告日： 中華民國 109 (2020) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：105110898　(22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 04 月 07 日

(51)Int. Cl.：　*C09D5/24* *(2006.01)*　*C09D7/40* *(2018.01)*

C09D125/14 *(2006.01)*　*H01B1/22* *(2006.01)*

H01B5/14 *(2006.01)*　*H01B13/00* *(2006.01)*

(30)優先權：2015/04/09　美國　62/144,961

(71)申請人：德商巴斯夫歐洲公司 (德國) BASF SE　(DE)

德國

(72)發明人：迪許　賀夫 DIETSCH, HERVE (FR)；史頓　湯瑪士 STURM, THOMAS (DE)；瑟福利得　丹尼 SEYFRIED, DANNY (DE)；張銳 ZHANG, RUI (CN)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW　201209114A1

審查人員：謝岡典

申請專利範圍項數：12 項　圖式數：0　共 36 頁

(54)名稱

用於製備導電透明層的含有在醇/水混合物中的銀奈米線及分散的苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物的組成物

(57)摘要

本發明描述一種適用於製備導電透明層之組成物，該組成物包含水與一或多種醇之混合物、導電奈米物質及一或多種經溶解苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物。

Described is a composition suitable for the preparation of an electroconductive transparent layer, said composition comprising a mixture of water and one or more alcohols, electroconductive nanoobjects and one or more dissolved styrene/(meth)acrylic copolymers.

I700345

發明摘要

公告本

※ 申請案號：105110898

※ 申請日： 105年4月7日 ※IPC 分類：

C09D 5/24 (2006.01)
C09D 7/40 (2018.01)
C09D 125/14 (2006.01)
H01B 1/22 (2006.01)
H01B 5/14 (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

用於製備導電透明層的含有在醇/水混合物中的銀奈米線及分散的苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物的組成物

COMPOSITION COMPRISING SILVER NANOWIRES IN AN ALCOHOL/WATER MIXTURE AND DISPERSED STYRENE/(METH)ACRYLIC COPOLYMERS FOR THE PREPARATION OF ELECTROCONDUCTIVE TRANSPARENT LAYERS

【中文】

本發明描述一種適用於製備導電透明層之組成物，該組成物包含水與一或多種醇之混合物、導電奈米物質及一或多種經溶解苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物。

【英文】

Described is a composition suitable for the preparation of an electroconductive transparent layer, said composition comprising a mixture of water and one or more alcohols, electroconductive nanoobjects and one or more dissolved styrene/(meth)acrylic copolymers.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

用於製備導電透明層的含有在醇/水混合物中的銀奈米線及分散的苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物的組成物

COMPOSITION COMPRISING SILVER NANOWIRES IN AN ALCOHOL/WATER MIXTURE AND DISPERSED STYRENE/(METH)ACRYLIC COPOLYMERS FOR THE PREPARATION OF ELECTROCONDUCTIVE TRANSPARENT LAYERS

【技術領域】

【0001】　本發明分別係關於一種適用於製備導電透明層之組成物，一種用於製備導電透明層之方法，及該組成物用於製備該導電層之用途。

【先前技術】

【0002】　如本文中所使用之術語「導電透明層（electroconductive transparent layer）」係指以下層：(i)當施加適當電壓時，能夠允許電流流動，及(ii)根據 ASTM D1003 量測，在可見區（400-700 nm）中光透射率為 80% 或大於 80%，參見例如 US 8,049,333。通常，該層排列在基板表面上，其中該基板典型地為電絕緣體。該等導電透明層作為抗靜電層及作為電磁波屏蔽層廣泛用於平板液晶顯示器、觸控面板、電致發光裝置、薄膜光伏打電池中。

【0003】　典型地，該導電透明層為包含(i)光學透明固體相鄰相（亦稱作基質）及(ii)導電奈米物質（nanoobject）之在該基質中延伸之導電網路的複合物。基質由一或多種光學透明聚合物形成。該基質在層內結合導

電奈米物質，填充該等導電奈米物質之間的空隙，提供機械完整性及對層之穩定性且使該層結合至基板表面。導電奈米物質之導電網路允許該層內電流在相鄰及重疊導電奈米物質之間流動。由於奈米物質尺寸較小，其對複合物之光學行為的影響非常小，因此允許形成光學透明複合物，亦即根據 ASTM D1003 量測在可見區（400-700 nm）中光透射率為 80%或大於 80%的複合物，參見例如 US 8,049,333。

【0004】　典型地，該等導電透明層藉由將包含足夠量之以下者之組成物塗覆於基板表面來製備：

（i）一或多種基質形成之黏合劑，

（ii）導電奈米物質，及

（iii）視情況選用之輔助成分

該組成物溶解或分散於適合液體中，且自塗覆至該基板之該表面的該組成物移除在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之彼等成分（下文中稱為液體成分），達到在該基板之該表面上形成導電透明層的程度，該導電透明層包含經塗覆組成物之在 25℃及 101.325 kPa 下為固體之成分（下文中稱為固體成分）。用於製備導電透明層之此類組成物通常稱為墨水。

【0005】　US 2008/0182090 A1 揭示一種適用於用作墨水之組成物，其用於供生產諸如 RFID 天線等電子電路用之高速印刷，該組成物包含以下成分

（a）導電粒子，較佳為銀粒子，更佳為銀薄片

（b）苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物

（c）陰離子濕潤劑

（d）消泡劑及

（e）水

及視情況選用之至少一種選自由以下組成之群的溶劑：醇、胺、二醇、乙酸酯、醚、酮、醛及醯胺。根據 US 2008/0182090 A1，陰離子濕潤劑較佳選自由磺基丁二酸鹼金屬鹽及陰離子聚丙烯酸酯共聚物組成之群。

【0006】　根據 US 2008/0182090 A1，所獲得之導電層的厚度在 3 μm 至 7 μm 範圍內。較佳地，在根據 US 2008/0182090 A1 之該墨水中，銀粒子（a）之濃度為組成物之約 10 至 90%，且共聚物（b）之濃度為組成物之約 2 至 50%。因此，在 25℃及 101.325 kPa 下為固體之成分（下文中稱為固體成分）之濃度在該墨水中明顯較高。US 2008/0182090 A1 未闡明關於所獲得之導電層之光學性質，然而假定光透射率由於墨水中之大量固體成分而相當低且混濁度相當高。在塗覆至用於製備導電層之基板表面之墨水的給定濕式厚度下，可獲得導電層之厚度及因此不透明度隨塗覆墨水中固體成分之濃度增加而增加。藉由減小濕式厚度來減小可獲得導電層之厚度及不透明度幾乎不可能，因為由於技術原因濕式厚度存在下限，且為了獲得完全導電透明層，濕式厚度必須儘可能接近該下限。

【0007】　US 2012/0097059 A1 揭示一種包含以下之墨水組成物：複數種金屬奈米結構、一或多種黏度調節劑及包括水及一或多種水可混溶性共溶劑之水性液體載劑，其中水以水性液體載劑之重量計為約 40-60%，其中共溶劑為甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇、第三丁醇、丙二醇、丙二醇甲基醚或乙二醇。根據 US 2012/0097059 A1，共溶劑經施用以便印刷後促使墨水乾燥，由於可混溶溶劑之系統，沸點小於純溶劑中之每

一者之沸點。根據 US 2012/0097059 A1，墨水組成物較佳包括一或多種界面活性劑，其用以調整表面張力及濕潤。較佳界面活性劑為氟界面活性劑、基於烷基酚乙氧基化物之非離子界面活性劑、基於二級醇乙氧基化物及炔系之界面活性劑。在某些具體實例中，US 2012/0097059 A1 之墨水組成物進一步包含黏著促進劑，其中黏著促進劑為有機矽烷化合物。

【0008】 在未預公佈之申請案（申請案號 62/037,630）中，描述一種適用於製備導電透明層之組成物，該組成物包含導電奈米物質及一或多種經溶解苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物。其並未揭示該組成物包含一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇。

【0009】 US 2008/0182090 A1 及 US 2012/0097059 A1 依賴於將濕潤劑以及界面活性劑添加至墨水中，導致墨水調配物之複雜性增加。此外，該等濕潤劑以及界面活性劑通常為以下物質：在 25℃ 及 101.325 kPa 下為固體或在 101.325 kPa 下具有一高沸點，使得其在墨水塗覆至基板後不易於移除。因此，濕潤劑以及界面活性劑仍然作為形成於該基板之該表面上之層中之外來物質，從而將組成之異質性引入該層中且影響該層之特徵。更具體而言，該等濕潤劑以及界面活性劑不促成層之電子導電性，且典型地不促成基質形成，但通常可對層之光學特性具有不利影響，即使該等濕潤劑以及界面活性劑以非常低的濃度存在於墨水中亦如此。另外，界面活性劑在墨水中之存在可能誘導發泡體形成，此可產生使用該墨水製備之層之不均勻性及不連續性。

【發明內容】

【0010】　本發明之一目標為提供一種適用於製備導電透明層之墨水，該導電透明層之光透射率根據如 2013 年 11 月中公佈之 ASTM D1003(程序 A）所量測為 80%或大於 80%，其中該墨水可靠且安全地濕潤待塗佈之基板。更具體而言，本發明之一目標為提供一種呈現良好濕潤特性，以用於由聚對苯二甲酸伸乙酯（PET）製成之基板之墨水。進一步具體而言，本發明之一目標為降低墨水調配物之複雜性，且避免不促成或甚至不利地影響可獲自該墨水之導電透明層之特徵的墨水成分。

【0011】　更佳地，可獲自該墨水之導電透明層應展現如藉由四點探針所量測 1000 歐姆/平方或小於 1000 歐姆/平方之薄層電阻。更佳地，該導電透明層應展現如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測 2%或小於 2%的混濁度，及如藉由四點探針所量測 1000 歐姆/平方或小於 1000 歐姆/平方之薄層電阻。

【0012】　此等及其他目標藉由根據本發明之組成物達成，該組成物包含以下成分

（A）混合物，其包含

（A-1）水，

（A-2）一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇，

（B）導電奈米物質，

該等導電奈米物質（B）具有兩個在 1 nm 至 100 nm 範圍內之外部尺寸及其在 1 μm 至 100 μm 範圍內之第三外部尺寸，

其中該等導電奈米物質（B）之總重量分率以組成物之總重量計在 0.01

wt%至 1 wt%範圍內，

（C）溶解於混合物（A）中之一或多種苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物，

該等經溶解共聚物(C)之數目平均分子量各在 500 g/mol 至 22000 g/mol 範圍內

其中該等經溶解共聚物（C）之總重量分率以組成物之總重量計在 0.02 wt%至 5 wt%範圍內。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

【0013】　下文中，根據本發明（如上文所定義）之組成物為亦稱作墨水。

【0014】　在根據本發明(如上文所定義)之組成物中，25℃及 101.325 kPa 下為液體之主要成分為包含以下之混合物（A）

（A-1）水，及

（A-2）一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇；

及 25℃及 101.325 kPa 下為固體之主要成分為上文所定義之導電奈米物質（B）及上文所定義之一或多種共聚物（C）。在根據本發明（如上文所定義）之組成物中，25℃及 101.325 kPa 下為固體之成分（固體成分）之總濃度在各情況下以該組成物之總重量計，為 10 wt%或小於 10 wt%，較佳 8 wt%或小於 8 wt%，更佳 5 wt%或小於 5 wt%。

【0015】　出人意料地已發現，比根據 US 2008/0182090 A1 之上文所提

及之組成物（墨水）包含顯著較低量固體成分的如上文所定義之組成物適用於製備具有優良光學特性以及令人滿意的電子導電性之導電透明層。在先前技術中，為了確保高電子導電性，包含相當大濃度之導電奈米物質的墨水已為較佳的。此外，US 2008/0182090 A1 關注於降低乾燥墨水所需之熱能，且因此限於具有相當高濃度之固體成分之墨水。然而，已出人意料地發現，當使用根據本發明（如上文所定義）之組成物時，具有優良光學特性以及令人滿意電子導電性之導電透明層可在不招致過量用於乾燥之熱能要求之情況下製備。

【0016】　根據本發明（如上文所定義）之組成物之成分（A）為包含以下之混合物

（A-1）水，

（A-2）一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇。

【0017】　該混合物（A）為單相（亦即形成單一相）。

【0018】　已出人意料地發現，一或多種如上文所定義之醇（A-2）之存在不僅促進濕潤塗覆有根據本發明（如上文所定義）之組成物之基板的表面，且亦促進墨水中之奈米物質（B）（尤其在奈米物質（B）呈銀奈米線形式之情況下）之分散性，產生形成於可獲自該組成物之導電層中之導電網路的經改良連接性。

【0019】　較佳地，混合物（A）由以下組成

（A-1）水，及

（A-2）一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異

丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇。

【0020】　更佳地，混合物（A）由以下組成

（A-1）70%至< 100%之水，

（A-2）> 0 至 30%之一或多種選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇，

在各情況下以混合物（A）之總體積計。

【0021】　更佳地，混合物（A）由以下組成

（A-1）70%至 98%之水，

（A-2）2%至 30%之一或多種選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇，

在各情況下以混合物（A）之總體積計。

【0022】　若以混合物（A）之總體積計，混合物（A）中之（A-2）選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇之比例大於 30%，則在一些情況下苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物之溶解性降低且可出現該等共聚物（C）之絮凝。此外，若以混合物（A）之總體積計該等醇（A-2）之比例大於 30%，則墨水之乾燥速度較快，此可導致在墨水必須在塗佈製程中通過之塗佈設備中流體通路堵塞。

【0023】　若以混合物（A）之總體積計，混合物（A）中之（A-2）選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇之比例小於 2 wt%，則該等醇中之一或多者之存在效應可能不充分。

【0024】　尤其較佳地，混合物（A）由以下組成

（A-1）75%至 85%之水，

（A-2）15%至 25%之一或多種選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇，

在各情況下以混合物（A）之總體積計。

【0025】　較佳為一或多種選自由以下組成之群之醇（A-2）：異丙醇、正丁醇及第三丁醇。相對於墨水中之此等較佳之醇的體積分率，其在塗佈製程期間在發泡體減少中展現最強效應。

【0026】　在如上文所定義之醇（A-2）中，異丁醇由於其於水中之低溶解性而不太較佳。此外，在一些情況下甲醇及乙醇由於限制性法律法規而不較佳。

【0027】　根據本發明（如上文所定義）之組成物之成分（B）由導電奈米物質組成，該等導電奈米物質（B）具有兩個在 1 nm 至 100 nm 範圍內之外部尺寸及其在 1 μm 至 100 μm 範圍內之第三外部尺寸。

【0028】　根據 ISO/TS 27687:2008（如 2008 年公佈），術語「奈米物質（nanoobject）」係指具有一個、兩個或三個處於奈米級，亦即處於大約 1 nm 至 100 nm 範圍內之大小之外部尺寸的物質。待用於本發明之導電奈米物質為具有兩個在 1 nm 至 100 nm 範圍內之外部尺寸及其在 1 μm 至 100 μm 範圍內之第三外部尺寸的導電奈米物質。典型地，該兩個在 1 nm 至 100 nm 範圍內之外部尺寸為類似的，亦即其大小相差小於三倍。該等導電奈米物質（B）之第三尺寸顯著更大，亦即其與其他兩個外部尺寸相差大於三倍。

【0029】　根據 ISO/TS 27687:2008，具有兩個類似之處於奈米級之外部尺寸、而第三外部尺寸顯著更大之奈米物質通常稱作奈米纖維。導電奈米

纖維亦稱作奈米線。空心奈米纖維（與其電導率無關）亦稱作奈米管。

【0030】　待用於本發明之如上文所定義之導電奈米物質（B）典型地具有接近環形形狀之橫截面。該橫截面垂直延伸至該在 1 μm 至 100 μm 範圍內之外部尺寸。因此，該兩個處於奈米級之外部尺寸藉由該圓形橫截面之直徑定義。垂直延伸至該直徑之該第三外部尺寸稱作長度。

【0031】　較佳地，根據本發明之組成物包含導電奈米物質（B），其長度在 1 μm 至 100 μm、較佳 3 μm 至 50 μm、更佳 10 μm 至 50 μm 範圍內，且直徑在 1 nm 至 100 nm、較佳 2 nm 至 50 nm、更佳 3 nm 至 30 nm 範圍內。

【0032】　術語「導電奈米物質（electroconductive nanoobject）」意謂奈米物質包含一或多種能夠允許電子流動之材料或由其組成。因此，複數種該等導電奈米物質可形成在該能夠攜載電流之基質中延伸之相鄰及重疊奈米物質的導電網路，其限制條件為個別導電奈米物質之間存在充分互連（相互接觸）以便實現該網路內電子沿著互連導電奈米物質傳輸。

【0033】　較佳地，該等導電奈米物質（B）包含一或多種選自由銀、銅、金及碳組成之群的材料或由其組成。

【0034】　較佳地，導電奈米物質（B）之長度在 1 μm 至 100 μm 範圍內，且直徑在 1 nm 至 100 nm 範圍內，其中該等導電奈米物質（B）包含一或多種選自由銀、銅、金及碳組成之群之材料。

【0035】　較佳地，該等導電奈米物質（B）選自由奈米線及奈米管組成之群。較佳奈米線包含一或多種選自由銀、銅及金組成之群的金屬或由其組成。較佳地，該等奈米線各自包含以該奈米線之總重量計，至少 50 wt% 之一或多種選自由銀、銅及金組成之群的金屬。最佳為各自包含以該奈米

線之總重量計 50 wt%或大於 50 wt%銀之奈米線（下文中亦稱作「銀奈米線」）。

【0036】 較佳奈米管為碳奈米管。

【0037】 在奈米線及奈米管中，奈米線為較佳的。

【0038】 根據本發明之最佳導電奈米物質（B）為具有上文所提及之尺寸的銀奈米線。

【0039】 如上文所定義之適合導電奈米物質（B）在此項技術中已知且為市售可得的。

【0040】 銀奈米線（以及其他金屬之奈米線）典型地呈水性分散液之形式市售可得，其中聚乙烯吡咯啶酮吸附於銀奈米線之表面上以便使分散液穩定。吸附於奈米線表面上之任何物質不包括於上文定義尺寸及組成之導電奈米物質（B）中。

【0041】 較佳地，銀奈米線藉由由 Yugang Sun 及 Younan Xia 在 Adv. Mater 2002 14 第 11 期, 6 月 5 日, 第 833-837 頁中描述之程序獲得。

【0042】 在較佳具體實例中，根據本發明之組成物不包含碳奈米管。

【0043】 較佳地，在根據本發明（如上文所定義）之組成物中，如上文所定義的該等導電奈米物質（B）之總重量分率以組成物之總重量計，為 0.8 wt%或小於 0.8 wt%，較佳為 0.5 wt%或小於 0.5 wt%。該等導電奈米物質（B）之總重量分率以組成物之總重量計不小於 0.01 wt%，因為導電奈米物質（B）之小於 0.01 wt%之總重量分率可能對形成導電網路不足夠，使得該組成物不適用於製備導電層。更佳地，該等導電奈米物質（B）之總重量分率不小於 0.02 wt%，較佳不小於 0.05 wt%。

【0044】　根據本發明（如上文所定義）之組成物之成分（C）由溶解於混合物（A）中之一或多種苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物組成，其中在本文中該等經溶解共聚物(C)之數目平均分子量各自在 500 g/mol 至 22000 g/mol 範圍內，術語「(甲基)丙烯酸((meth)acrylic)」包括「甲基丙烯酸(methacrylic)」及「丙烯酸（acrylic)」。在該等共聚物（E）中，各分子包含衍生自單烯基芳族單體之單元及衍生自呈共聚合形成形式之(甲基)丙烯酸單體之單元或由其組成。該等共聚物（C）可藉由使一或多種單烯基芳族單體與一或多種(甲基)丙烯酸單體共聚合來獲得。

【0045】　在較佳共聚物（C）中，各分子包含以下或由以下組成：

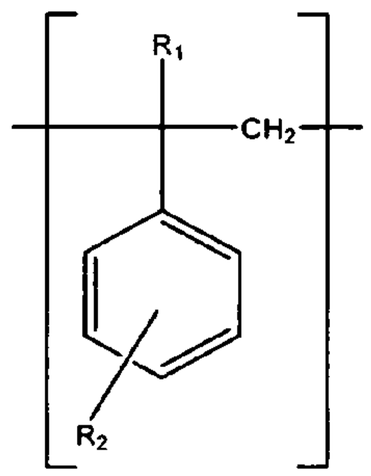
- 衍生自單烯基芳族單體 MC1 之單元 C1

及

- 衍生自呈共聚合形式之(甲基)丙烯酸單體 MC2 之單元 C2，

其中

該單元 C1（衍生自單烯基芳族單體之單元）具有化學結構



，

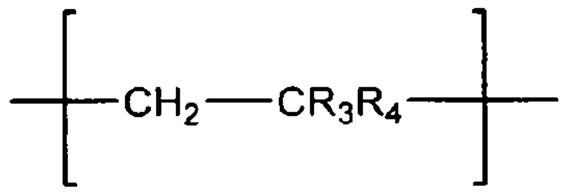
（C1）

其中 R_1 彼此獨立於單元 C1 之 R_1，選自由氫及烷基（包括非分支鏈烷基，較佳甲基，及分支鏈烷基，較佳第三丁基）組成之群，

且其中 R_2 彼此獨立於單元 C1 之 R_2，選自由鹵素（較佳氯）及烷基（較

佳甲基）組成之群，且 R_2 定位於選自由鄰位、間位及對位組成之群之位置；

且該單元 C2（衍生自(甲基)丙烯酸單體之單元）具有化學結構



（C2）

其中 R_3 彼此獨立於單元 C2 之 R_3，選自由氫、甲基、鹵素（較佳氯）及氰基組成之群，

且其中 R_4 彼此獨立於單元 C2 之 R_4，選自由以下組成之群：

-COOH，

-COOX，其中 X 為選自鹼金屬陽離子、銨陽離子及經取代銨陽離子之陽離子，

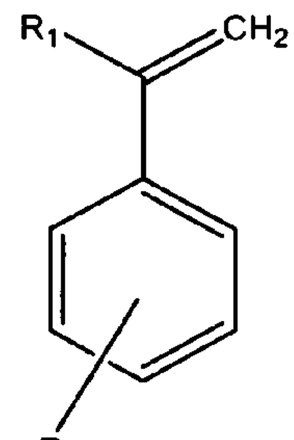
-CN，

-$COOR_5$，其中 R_5 選自由以下組成之群：分支鏈及非分支鏈烷基、分支鏈及非分支鏈烯基、分支鏈及非分支鏈炔基、環烷基、芳烷基、芳烯基、糠基、四氫糠基、亞異丙基甘油基、縮水甘油基及四氫哌喃基，其中該等分支鏈及非分支鏈烷基、烯基及炔基包括經一或多種選自由以下組成之群之基團取代的分支鏈及非分支鏈烷基、烯基及炔基：羥基、烷氧基、苯氧基、鹵素、磺酸基、硝基、噁唑啶基、單烷基胺基及二烷基胺基，

-CHO，

-NR_6R_7，其中 R_6 及 R_7 獨立地選自由氫、烷基及苯基組成之群。

【0046】　該等共聚物（C）可藉由使一或多種具有下式之單烯基芳族單體 MC1



，

（MC1）

其中 R_1 彼此獨立於單體 MC1 之 R_1，選自由氫及烷基（包括非分支鏈烷基，較佳甲基，及分支鏈烷基，較佳第三丁基）組成之群，

且其中 R_2 彼此獨立於單體 MC1 之 R_2，選自由鹵素（較佳氯）及烷基（較佳甲基）組成之群，且 R_2 定位於選自由鄰位、間位及對位組成之群的位置，

與一或多種具有下式之(甲基)丙烯酸單體 MC2 共聚合獲得

，

（MC2）

其中 R_3 彼此獨立於單體 MC2 之 R_3，選自由氫、甲基、鹵素（較佳氯）及氰基組成之群，

且其中 R_4 彼此獨立於單元 C1 之 R_4，選自由以下組成之群

-COOH，

-COOX，其中 X 為選自鹼金屬陽離子、銨陽離子及經取代銨陽離子之陽離子，

-CN，

-$COOR_5$，其中 R_5 選自由以下組成之群：分支鏈及非分支鏈烷基、分支鏈及非分支鏈烯基、分支鏈及非分支鏈炔基、環烷基、芳烷基、芳烯基、糠基、四氫糠基、亞異丙基甘油基、縮水甘油基及四氫哌喃基，其中該等

分支鏈及非分支鏈烷基、烯基及炔基包括經一或多種選自由以下組成之群之基團取代的分支鏈及非分支鏈烷基、烯基及炔基：羥基、烷氧基、苯氧基、鹵素、磺酸基、硝基、噁唑啶基、單烷基胺基及二烷基胺基，

-CHO，

$-NR_6R_7$，其中 R_6 及 R_7 獨立地選自由氫、烷基及苯基組成之群。

【0047】 如本文所採用之術語「(甲基)丙烯酸單體（(meth)acrylic monomer）」MC2 包括丙烯酸及丙烯酸之鹽、酯及醯胺、丙烯腈及丙烯醛，以及甲基丙烯酸及甲基丙烯酸之鹽、酯及醯胺、甲基丙烯腈及甲基丙烯醛。

【0048】 其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為-COOH 之(甲基)丙烯酸單體，分別為丙烯酸或甲基丙烯酸。

【0049】 其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為如上文所定義之-$COOR_5$ 之(甲基)丙烯酸單體，分別為丙烯酸之酯或甲基丙烯酸之酯。

【0050】 其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為如上文所定義之-COOX 之(甲基)丙烯酸單體分別為丙烯酸之鹽或甲基丙烯酸之鹽。

【0051】 其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為-CN 之(甲基)丙烯酸單體分別為丙烯腈或甲基丙烯腈。

【0052】 可藉由使一或多種單烯基芳族單體 MC1 與來自由丙烯腈及甲基丙烯腈組成之群的一或多種(甲基)丙烯酸單體且無其他(甲基)丙烯酸單體 MC2 共聚而獲得的共聚物（C）不為較佳的。在此方面，對於製備共聚物（C），較佳組合使用選自由丙烯腈及甲基丙烯腈組成之群的(甲基)丙烯酸單體與如本文中所定義之其他(甲基)丙烯酸單體 MC2。

【0053】 其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為如上文所定義之-NR_6R_7 的(甲

基)丙烯酸單體分別為丙烯酸之醯胺或甲基丙烯酸之醯胺。

【0054】　其中 R_3 分別為氫或甲基且 R_4 為-CHO 之(甲基)丙烯酸單體分別為丙烯醛或甲基丙烯醛。

【0055】　較佳單烯基芳族單體 MC1 選自由以下組成之群：α-甲基苯乙烯、苯乙烯、乙烯基甲苯、第三丁基苯乙烯及鄰氯苯乙烯。

【0056】　適合(甲基)丙烯酸單體之實例包括以下甲基丙烯酸酯（methacrylate ester/methacrylic acid ester）：甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸正丙酯、甲基丙烯酸正丁酯、甲基丙烯酸異丙酯、甲基丙烯酸異丁酯、甲基丙烯酸正戊酯、甲基丙烯酸正己酯、甲基丙烯酸異戊酯、甲基丙烯酸 2-羥基乙酯、甲基丙烯酸 2-羥基丙酯、甲基丙烯酸 N,N-二甲基胺基乙酯、甲基丙烯酸 N,N-二乙基胺基乙酯、甲基丙烯酸第三丁基胺基乙酯、甲基丙烯酸 2-磺乙酯、甲基丙烯酸三氟乙酯、甲基丙烯酸縮水甘油酯、甲基丙烯酸苯甲酯、甲基丙烯酸烯丙酯、甲基丙烯酸 2-正丁氧基乙酯、甲基丙烯酸 2-氯乙酯、第二丁基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸第三丁酯、甲基丙烯酸 2-乙基丁酯、甲基丙烯酸桂皮酯、甲基丙烯酸丁烯酯、甲基丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸環戊酯、甲基丙烯酸 2-乙氧基乙酯、甲基丙烯酸糠酯、甲基丙烯酸六氟異丙酯、甲基丙烯酸甲基烯丙酯、甲基丙烯酸 3-甲氧基丁酯、甲基丙烯酸 2-甲氧基丁酯、甲基丙烯酸 2-硝基-2-甲基丙酯、甲基丙烯酸正辛酯、甲基丙烯酸 2-乙基己酯、甲基丙烯酸 2-苯氧基乙酯、甲基丙烯酸 2-苯基乙酯、甲基丙烯酸苯酯、甲基丙烯酸丙-2-炔酯、甲基丙烯酸四氫糠酯及甲基丙烯酸四氫哌喃酯。所採用之典型的丙烯酸酯包括：丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸正丙酯、丙烯酸異丙酯、丙烯酸正丁酯及丙烯酸

正癸酯、α-氯丙烯酸甲酯、2-氰基丙烯酸甲酯。其他適合之(甲基)丙烯酸單體包括甲基丙烯腈、甲基丙烯醯胺、N-甲基甲基丙烯醯胺、N-乙基甲基丙烯醯胺、N,N-二乙基甲基丙烯醯胺、N,N-二甲基甲基丙烯醯胺、N-苯基甲基丙烯醯胺及甲基丙烯醛、丙烯腈、丙烯醯胺、N-乙基丙烯醯胺、N,N-二乙基丙烯醯胺及丙烯醛。

【0057】 含適合可縮合交聯官能基之甲基丙烯酸或丙烯酸之酯可用作該單體。在該等酯中為甲基丙烯酸第三丁基胺基乙酯、甲基丙烯酸亞異丙基甘油酯及甲基丙烯酸噁唑啶基乙酯。

【0058】 典型的較佳可交聯丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯包括烷基丙烯酸羥基酯、烷基甲基丙烯酸羥基酯及縮水甘油基丙烯酸或甲基丙烯酸之羥基酯。較佳羥基官能單體之實例包括丙烯酸 2-羥基乙酯、丙烯酸 3-氯-2-羥基丙酯、丙烯酸 2-羥基-丁酯、丙烯酸 6-羥基己酯、甲基丙烯酸 2-羥基甲酯、甲基丙烯酸 2-羥基丙酯、甲基丙烯酸 6-羥基己酯、甲基丙烯酸 5,6-二羥基己酯及類似物。

【0059】 如本文所採用之術語「苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物（styrene/(meth)acrylic copolymer）」包括可自由兩種或兩種以上(甲基)丙烯酸單體與一或多種單烯基芳族單體組成之混合物獲得的共聚物，以及可自至少一種(甲基)丙烯酸單體與至少一種非丙烯酸烯系單體及一或多種單烯基芳族單體之混合物獲得的共聚物。適合的烯系單體包括：乙烯基吡啶、乙烯基吡咯啶酮、丁烯酸鈉、丁烯酸甲酯、丁烯酸及順丁烯二酸酐。

【0060】 關於上文所定義之共聚物（C）之其他細節，參考 US 2008/0182090、US 4,414,370、US 4,529,787、US 4,546,160、US 5,508,366 及其

中所引用之先前技術。

【0061】　該等共聚物（C）中之每一者的數目平均分子量在 500 g/mol 至 22000 g/mol、較佳 1700 g/mol 至 15500 g/mol、更佳 5000 g/mol 至 10000 g/mol 範圍內。

【0062】　典型地，水溶性共聚物（C）為兩親媒性，因為其分子含有衍生自單烯基芳族單體之非極性疏水性區域及衍生自(甲基)丙烯酸單體之極性親水性區域。因此，所需兩親媒性行為可藉由以下獲得：適當選擇疏水性單烯基芳族單體及親水性(甲基)丙烯酸單體，且適當調節單烯基芳族單體與(甲基)丙烯酸單體之間的比，使得獲得具有衍生自單烯基芳族單體之疏水性單元與衍生自(甲基)丙烯酸單體之親水性單元之間的適當比以允許共聚物之兩親媒性行為的共聚物（C）。在水溶液中，該等水溶性共聚物（C）如同界面活性劑（表面活性劑）表現，亦即其可形成膠束。膠束為由溶解兩親媒性分子之結合而形成的聚集物。較佳地，該等膠束之直徑為至多 5 nm。

【0063】　典型的水溶性共聚物（C）在此項技術中已知且市售可得。典型地，該等共聚物呈水溶液形式市售可得。

【0064】　較佳地，在根據本發明（如上文所定義）之組成物中，該等經溶解共聚物（C）之總重量分率以組成物之總重量計，小於 2 wt%，更佳為 1.8 wt%或小於 1.8 wt%，更佳為 1.5 wt%或小於 1.5 wt%，特別較佳為 1 wt%或小於 1 wt%。該等經溶解共聚物（C）之總重量分率以組成物之總重量計不小於 0.02 wt%，因為該等經溶解共聚物（C）之小於 0.02 wt%之總重量分率可能對結合導電奈米物質（B）不足夠，使得該組成物不適用於製備導電

層。更佳地，該等經溶解共聚物（C）之總重量分率不小於 0.05 wt%，較佳地不小於 0.1 wt%。

【0065】　如上文所定義之混合物（A）及溶解於其中之一或多種如上文所定義的共聚物（C）為單相（亦即形成單一相）。

【0066】　較佳地，如上文所定義之根據本發明之組成物不含有任何呈非溶解形式之共聚物（C）（如上文所定義）。

【0067】　較佳地，在根據本發明（如上文所定義）之組成物中，該等導電奈米物質（B）之總重量與該等經溶解共聚物（C）之總重量之間的比在 1:20 至 20:1、較佳 1:10 至 5:1、更佳 1:5 至 5:1 範圍內。

【0068】　除上文所定義之成分（A）至（C）之外，根據本發明之組成物視情況包含其他成分，例如消泡劑、流變控制劑、腐蝕抑制劑及其他輔助劑。典型的消泡劑、流變控制劑及腐蝕抑制劑在此項技術中已知且市售可得。然而，已出人意料地發現，除上文所定義之成分（A-1）、（A-2）、（B）及（C）及視情況選用之聚乙烯吡咯啶酮外，不含有任何其他成分之根據本發明（如上文所定義）之組成物適用於製備具有優良光學特性以及令人滿意的電子導電性之導電透明層，其中典型地該等聚乙烯吡咯啶酮之至少一部分吸附於銀奈米線（參見上文）之表面上。因此，可省略添加任何輔助劑，因此使組成物不太複雜且便於該組成物之製備。因此，在較佳具體實例中，根據本發明之組成物由上文所定義之成分（A-1）、（A-2）、（B）及（C）及視情況選用之聚乙烯吡咯啶酮組成，其中典型地該聚乙烯吡咯啶酮之至少一部分吸附於銀奈米線之表面上。儘管如此，在某些具體實例中，根據本發明（如上文所定義）之組成物包含一或多種輔助劑，尤其如上文 s

所定義之彼等物。

【0069】　尤其較佳地，除如上文所定義之苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物（C）及如上文所定義之醇（A-2）及視情況選用的聚乙烯吡咯啶酮外，根據本發明之組成物不含有任何界面活性劑，其中典型地該聚乙烯吡咯啶酮之至少一部分吸附於銀奈米線之表面上。

【0070】　尤其較佳地，根據本發明之組成物不含有任何有機矽烷。

【0071】　特別較佳地，除如上文所定義之苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物（C）及如上文所定義之醇（A-2）外，根據本發明之組成物不含有任何界面活性劑且不含有任何有機矽烷。

【0072】　應理解，根據本發明（如上文所定義）之組成物之任何其他成分（除上文所定義之成分（A）至（C）之外）以及該等其他成分之量必須以使得不損害可自該組成物獲得之層之電導率及光學特性的方式選擇。

【0073】　根據本發明之較佳組成物為其中組合兩種或兩種以上的上文所定義之較佳特徵之彼等組成物。

【0074】　尤其較佳為根據本發明之組成物，該組成物包含以下或由以下組成

（A）由以下組成之混合物

（A-1）70%至 98%之水，

（A-2）2%至 30%之一或多種選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇

在各情況下以混合物（A）之總體積計；

（B）銀奈米線

該等銀奈米線（B）之長度在 10 μm 至 50 μm 範圍內，且直徑在 3 nm 至 30 nm 範圍內

其中該等銀奈米線（B）之總重量分率以組成物之總重量計為 0.5 wt% 或小於 0.5 wt%；

（C）溶解於混合物（A）中之苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物，

該經溶解共聚物（C）之數目平均分子量在 1700 g/mol 至 15500 g/mol 範圍內

其中該經溶解共聚物(C)之重量分率以組成物之總重量計小於 2 wt%，較佳為 1.5 wt%或小於 1.5 wt%

其中

該等銀奈米線（B）之總重量

與

該經溶解共聚物（C）之重量

之間的比在 1:5 至 5:1 範圍內。

【0075】　根據本發明之組成物可例如藉由以下方式製備：藉由將適量上文所定義之導電奈米物質（B）懸浮於水（A-1）中，且將適量上文所定義之一或多種共聚物（C）溶解於水（A-1）中，且添加適量一或多種如上文所定義之醇（A-2）；或藉由組合適當量的該等導電奈米物質（B）之經預製造水性懸浮液及該一或多種共聚物（C）之經預製造水溶液，且添加適量一或多種如上文所定義之醇（A-2）；或藉由將適量該等導電奈米物質（B）懸浮於該一或多種共聚物（C）之經預製造水溶液中，且添加適量一或多種如上文所定義之醇（A-2）；或藉由將適量該一或多種共聚物（C）溶解於該

等導電奈米物質（B）之經預製造水性懸浮液中，且添加適量一或多種如上文所定義之醇（A-2）。在較佳具體實例中，組合如上文所定義之成分（A-1）、（A-2）、（B）及（C）及視情況選用之其他成分（如上文所定義）後，組成物經歷球磨以便改良組成物之均質化。在某些具體實例中，為了確保所獲得層具有低混濁度，長期均質化處理為較佳。

【0076】 本發明之另一態樣係關於一種用於在基板上製備導電層之方法，該導電層之光透射率根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%。根據本發明之該方法包含以下步驟：

製備或提供如上文所定義之根據本發明之組成物，

將該組成物塗覆至基板表面上，

自塗覆至該基板之該表面上之該組成物移除在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之成分，達到在該基板之該表面上形成層的程度。

【0077】 藉由上文所定義之本發明方法製備的層為光透射率根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%的固體導電層，該層包含如上文所定義之根據本發明之該組成物的固體成分或由其組成，其中該層視情況包含呈交聯形式之該一或多種該等共聚物（C）。更具體而言，在塗覆至基板表面之組成物包含一或多種可交聯之共聚物（C）的具體實例中，經形成層包含呈交聯形式之該一或多種該等共聚物（C）。

【0078】 在本申請案之上下文中，自塗覆至該基板之該表面之該組成物移除在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之成分達到在該基板之該表面上形成層的程度之方法步驟亦稱作乾燥。通常，藉由蒸發移除液體成分。

【0079】 一般而言，液體成分必須經移除，至少達到在該基板之該表

面上形成導電層的程度，該導電層之光透射率根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%，其中一或多種共聚物（C）形成結合導電奈米物質（B）之固體相鄰相（亦稱作基質），該等導電奈米物質（B）反過來形成遍及該固體基質延伸之導電網路。較佳地，該導電層之厚度在 10 nm 至 1000 nm、較佳 50 nm 至 500 nm 範圍內。一般而言，導電層之厚度之下限藉由經塗覆組成物的奈米物質之最小尺寸確定。

【0080】　較佳地，在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之成分完全自塗覆至該基板之該表面之該組成物移除。

【0081】　將根據本發明之該組成物塗覆至該基板之該表面較佳藉助於選自由以下組成之群的技術進行：旋塗、下引塗佈、捲軸式塗佈、凹版印刷、微型凹版印刷、網版印刷、膠版印刷及狹縫型擠壓式塗佈。

【0082】　較佳地，該組成物以在 1 μm 至 200 μm、較佳 2 μm 至 60 μm 範圍內之厚度塗覆至該基板之該表面。該厚度亦稱作「濕式厚度」，且係關於如上文所解釋移除組成物之液體成分前的狀態。在給定目標厚度（如上文解釋移除組成物之液體成分後）及因此待製備之導電層之給定目標薄層電阻及光透射率下，濕式厚度可為更高，較低濃度之組成物中之固體成分在墨水中。當在特定低濕式厚度下塗覆墨水無約束條件時，有助於塗覆墨水之方法。

【0083】　塗覆有根據本發明（如上文所定義）之該組成物之該基板典型地為電絕緣體。較佳地，該基板包含選自由玻璃及有機聚合物組成之群的材料或由其組成。較佳有機聚合物選自由以下組成之群：聚碳酸酯（PC）、環狀烯烴共聚物（COP）、聚偏二氟乙烯（PVDF）、聚醯亞胺（PI）及聚對

苯二甲酸伸乙酯（PET）。較佳地，該基板包含聚對苯二甲酸伸乙酯。

【0084】　較佳地，該基板之光透射率根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%。

【0085】　自塗覆至該基板之該表面之該組成物移除在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之彼等成分（達到如上文所解釋之程度）較佳藉由以下達成：使塗覆至該基板之該表面之該組成物經歷 100℃至 150℃範圍內的溫度，持續 15 分鐘或小於 15 分鐘之時間。在此方面，熟習此項技術者瞭解考慮到基板之熱穩定性必須選擇該溫度。

【0086】　根據本發明之較佳方法為其中組合兩種或兩種以上的上文所定義之較佳特徵之彼等方法。

【0087】　「光透射率（light transmission）」係指經由介質透射之入射光之百分比。較佳地，在各情況下根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）量測，根據本發明之導電層之光透射率為 85%或大於 85%，更佳為 90%或大於 90%，更佳為 95%或大於 95%。

【0088】　藉由上文所定義之本發明方法製備的較佳導電層呈現如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 2%或小於 2%的混濁度，及/或如由四點探針所量測為 1000 歐姆/平方或小於 1000 歐姆/平方的薄層電阻。

【0089】　較佳地，在各情況下根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）量測，導電層之混濁度為 1.8%或小於 1.8%，更佳為 1.5%或小於 1.5%，更佳為 1.2%或小於 1.2%。

【0090】　較佳地，在各情況下藉由四點探針量測，導電層之薄層電阻

為 800 歐姆/平方或小於 800 歐姆/平方，更佳為 500 歐姆/平方或小於 500 歐姆/平方，更佳為 200 歐姆/平方或小於 200 歐姆/平方。

【0091】　藉助於測霧計之混濁度及光透射率（在如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003 中稱作發光透射率，其為由主體透射之光通量與照射於其上之通量的比）之量測在如 2013 年 11 月公佈之 ASTM-D1003 中定義為「程序 A-測霧計（Procedure A-Hazemeter）」。在本發明之上下文中給出之混濁度及光透射率（對應於如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003 中所定義之發光透射率）的值參照此程序。

【0092】　一般而言，混濁度為光漫射之指數。其係指自入射光分離與在透射期間分散的光之量的百分比。不同於光透射率（主要為介質之特性），混濁度通常為生產擔憂且典型地由表面粗糙度及介質中之嵌入粒子或組成異質性造成。

【0093】　根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003，在透射率中，混濁度為光藉由樣本之散射，造成經由該樣本檢視之目標之對比度的降低，亦即經分散以使得其方向自入射光束之方向偏離大於指定角度（2.5°）的透射光之百分比。

【0094】　薄層電阻為較薄主體（薄片）（即厚度均一）之電阻量度。術語「薄層電阻（sheet resistance）」意味著電流沿薄片之平面，不垂直於薄片。對於具有厚度 t、長度 L 及寬度 W 之薄片，電阻 R 為

$$R = \rho * \frac{L}{Wt} = \frac{\rho}{t} * \frac{L}{W} = R_{sh} * \frac{L}{W}$$

其中 R_{sh} 為薄層電阻。因此，薄層電阻 R_{sh} 為

$$R_{sh} = R * \frac{W}{L}$$

【0095】　在上文給定之式中，體電阻 R 乘以無因次量（W/L）而獲得薄層電阻 R_{sh}，因此薄層電阻之單位為歐姆。由於方形薄片 W = L 且 R = R_{sh} 之特定情況，因此為了避免與體電阻 R 混淆，薄層電阻之值通常指示為「歐姆/平方」。薄層電阻藉助於四點探針法量測。

【0096】　量測薄層電阻及混濁度之其他細節給定於下文實施例部分中。

【0097】　更佳地，藉由上文所定義之本發明方法製備的導電層呈現一或多種以下特徵：

如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測，1%或小於 1%之混濁度，

如由四點探針所量測，100 歐姆/平方或小於 100 歐姆/平方之薄層電阻，

- 如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測，90%或大於 90%之光透射率。

【0098】　較佳導電層為其中組合兩種或兩種以上上文所定義之較佳特徵之彼等層。

【0099】　藉由上文所定義之本發明方法製備的尤其較佳之導電層呈現以下特徵：

- 如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測，1%或小於 1%之混濁度，及

如由四點探針所量測，100 歐姆/平方或小於 100 歐姆/平方之薄層電阻，及

- 如根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測，90%

或大於 90%之光透射率。

【0100】　不希望受任何理論束縛，當前假定在藉由上文所定義之本發明方法製備的導電層中，導電奈米物質之網路對基質施加增強之效應，由此賦予抗環境影響之穩定性以及對該導電層之機械完整性。另外，假定一或多種共聚物（C）之疏水性區域使得能夠堅固地黏著至基板，尤其在包含選自由有機聚合物組成之群之材料的基板之情況下。

【0101】　藉由上文所定義之本發明方法製備的導電層之典型應用選自由以下組成之群：透明電極、觸控面板、線偏振器、電容及電阻觸控感測器、EMI 屏蔽、透明加熱器（例如用於汽車及其他應用）、可撓性顯示器、電漿顯示器、電泳顯示器、液晶顯示器、透明天線、電致變色裝置（例如智能窗）、光伏打裝置（尤其薄膜光伏打電池）、電致發光裝置、發光裝置（LED）及有機發光裝置（OLED）、諸如可撓性手錶或可摺疊螢幕之可穿戴之可撓性裝置（所謂的可穿戴物），以及賦予抗起霧、抗結冰或抗靜電特性之功能性塗層，及介電及鐵電觸感膜。然而，本發明不限於此等應用且可由熟習此項技術者用於諸多其他電光學裝置。

【0102】　本發明之另一態樣係關於根據本發明（如上文所定義）之組成物用於在基板上製備導電層之用途，該導電層之光透射率根據如 2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%。較佳地，該基板包含聚對苯二甲酸伸乙酯。

【0103】　下文中，藉助於實施例進一步說明本發明。

包含體積比為 1/9 之醇（A-2）及水（A-1）之墨水

【0104】　銀奈米線（如上文所定義之奈米物質（B））之水性分散液

及如上文所定義之苯乙烯/丙烯酸共聚物（C）（Joncryl 60，可購自 BASF）之水溶液與經選擇脂族醇（A-2）（在下文參見表 1）混合，持續 30 分鐘之分散時間，以便獲得銀奈米線濃度為 3.6 mg/mL 且銀奈米線（B）與共聚物（C）之重量比如表 1 中所指示的墨水。經選擇脂族醇（A-2）與水（A-1）之體積比設定成 1/9。

【0105】 使用下引棒（Erichsen K303）將墨水塗覆至聚合物基板（濕式厚度 t = 6 μm，塗佈速度 v = 2"/秒）以獲得該基板上之層。隨後在 135℃下乾燥層 5 分鐘。在實施例 1-7 中，基板為光學聚碳酸酯箔（例如，以產品規格 Makrofol DE 1-1 175 μm 自 Bayer Material Science 市售可得）。在實施例 8-14 中，基板為光學聚對苯二甲酸伸乙酯箔（例如，以產品規格 Melinex 506 自杜邦市售可得）。

【0106】 乾燥層之以歐姆/平方（OPS）為單位給定之薄層電阻 Rsh 藉由四點探針台（Lucas 實驗室 Pro-4）量測，且光學特性（如上文所定義）根據 ASTM D1003 程序 A-測霧計（如 2013 年 11 月公佈）藉由 haze-gard plus 測霧計（BYK Gardner）量測。結果編輯於表 1 中。所有獲得之層具有令人滿意的薄層電阻、透明度及混濁度之值。用選自由異丙醇、正丁醇及第三丁醇組成之群之醇（A-2）實現塗佈製程中發泡體形成之最顯著抑制。

表 1

實施例編號	醇（A-2）之類別	銀奈米線（B）/共聚物（C）之重量比	Rsh（OPS）	T（%）	H（%）	H（減去基板）（%）
1	甲醇	1:3	53	90.3	1.07	0.94
2	乙醇	1:3	60	89.7	0.96	0.83
3	正丙醇	1:3	58	88.5	1.20	1.07
4	異丙醇	1:3	99	89.1	0.96	0.83
5	正丁醇	1:3	137	88.6	1.06	0.93
6	異丁醇	1:3	119	88.7	0.99	0.86
7	第三丁醇	1:3	82	88.5	1.17	1.04
8	甲醇	1:3	84	90.3	1.49	1.06
9	乙醇	1:3	65	90.3	1.51	1.08
10	正丙醇	1:3	91	89.9	1.70	1.27
11	異丙醇	1:3	85	90.7	1.49	1.06
12	正丁醇	1:3	157	90.3	1.59	1.16
13	異丁醇	1:3	75	89.7	1.60	1.17
14	第三丁醇	1:3	92	89.9	1.59	1.16

包含體積比為 3/7 之醇（A-2）及水（A-1）之墨水

【0107】 銀奈米線（如上文所定義之奈米物質（B））之水性分散液及如上文所定義之苯乙烯/丙烯酸共聚物（C）（Joncryl 60，可購自 BASF）之水溶液與（A-2）異丙醇混合，持續 30 分鐘之分散時間，以便獲得銀奈米線（B）濃度為 5 mg/mL 且銀奈米線（B）與共聚物（C）之重量比如在下文表 2 中所指示的墨水。異丙醇（A-2）與水（A-1）之體積比設定成 3/7。

【0108】 使用下引棒（Erichsen K303）將墨水塗覆至聚合物基板（濕式厚度 t = 6 μm，塗佈速度 v = 2"/秒）以獲得該基板上之層。隨後在 135℃下乾燥層 5 分鐘。在實施例 15-17 中，基板為光學聚碳酸酯箔（例如，以產品規格 Makrofol DE 1-1 175 μm 自 Bayer Material Science 市售可得）。在實施例 18-20 中，基板為光學聚對苯二甲酸伸乙酯箔（例如以產品規格 Melinex 506 自 Dupont 市售可得）。

【0109】 乾燥層之以歐姆/平方（OPS）為單位給定之薄層電阻 Rsh

藉由四點探針台（Lucas 實驗室 Pro-4）量測，且光學特性（如上文所定義）根據 ASTM D1003 程序 A-測霧計（如 2013 年 11 月公佈）藉由 haze-gard plus 測霧計（BYK Gardner）量測。結果編輯於表 2 中。所有獲得之層具有令人滿意的薄層電阻、透明度及混濁度之值。由於與實施例 1-14 相比醇（A-2）之體積分率更高（30 vol%而非 10 vol%），發泡體形成經進一步抑制。

表 2

實施例編號	銀奈米線（B）/共聚物（C）之重量比	Rsh（OPS）	T（%）	H（%）	H（減去基板）（%）
15	1:1.5	50	89.1	0.91	0.78
16	1:3	99	89.1	0.96	0.83
17	1:5	103	89.5	0.82	0.69
18	1:1.5	76	90.7	1.49	1.06
19	1:3	85	90.7	1.47	1.04
20	1:5	124	89.6	1.34	0.91

【符號說明】

無

108 年 12 月 5 日替換頁

申請專利範圍

1. 一種組成物，其包含：

（A）混合物，以該混合物之總體積計，其包含：

（A-1）70-98 體積%的水，及

（A-2）2-30 體積%的一或多種選自由以下組成之群之醇：甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇，

（B）導電奈米物質，

該等導電奈米物質（B）具有兩個在 1 nm 至 100 nm 範圍內之外部尺寸及其在 1 μm 至 100 μm 範圍內之第三外部尺寸，

其中該等導電奈米物質（B）之總重量分率以該組成物之總重量計在 0.01 wt%至 1 wt%範圍內，及

（C）溶解於混合物（A）中之一或多種苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物，

該等經溶解共聚物（C）之數目平均分子量各在 500 g/mol 至 22000 g/mol 範圍內，

其中該等經溶解共聚物（C）之總重量分率以該組成物之總重量計在 0.02 wt%至 5 wt%範圍內，

其中該組成物以該組成物之總重量計包含 0.5 wt%或小於 0.5 wt%的成分，該等成分在 25℃及 101.325 kPa 下為固體，及

其中該組成物並不包含碳奈米管。

2. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，其中該等導電奈米物質（B）具有 1 μm 至 100 μm 範圍內之長度，

及

1 nm 至 100 nm 範圍內之直徑，

其中該等導電奈米物質（B）包含一或多種選自由銀、銅及金組成之群之材料。

3. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，

其中該等導電奈米物質（B）選自由奈米線及奈米管組成之群。

4. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，其中

該等導電奈米物質（B）之總重量

與

該等經溶解共聚物（C）之總重量

之間的比在 1:20 至 20:1 範圍內。

5. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，其中該一或多種醇（A-2）係選自由異丙醇、正丁醇及第三丁醇組成之群。

6. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，其包含

（A）該混合物：

（B）銀奈米線，其作為導電奈米物質，

該等銀奈米線（B）之長度在 10 μm 至 50 μm 範圍內，且直徑在 3 nm 至 30 nm 範圍內，

其中該等銀奈米線（B）之總重量分率以該組成物之總重量計為 0.5 wt%或小於 0.5 wt%，及

（C）溶解於混合物（A）中之苯乙烯/(甲基)丙烯酸共聚物，

該經溶解共聚物（C）之數目平均分子量在 1700 g/mol 至 15500 g/mol 範圍內，

其中該經溶解共聚物（C）之重量分率以該組成物之總重量計小

於 2 wt%，

其中

該等銀奈米線（B）之總重量

與

該經溶解共聚物（C）之重量

之間的比在 1:5 至 5:1 範圍內。

7. 如申請專利範圍第 1 項之組成物，其中該混合物由以下組成：

（A-1）70-85 體積%之水，

（A-2）15-25 體積%之一或多種選自由以下組成之群的醇：甲醇、乙醇、

正丙醇、異丙醇、正丁醇、異丁醇及第三丁醇。

8. 一種用於在基板上製備導電層之方法，該導電層之光透射率根據如

2013 年 11 月公佈之 ASTM D1003（程序 A）所量測為 80%或大於 80%，

該方法包含：

製備或提供如申請專利範圍第 1 項之組成物，

將該組成物塗覆至基板表面上，及

自該組成物移除在 25℃及 101.325 kPa 下為液體之成分，達到在該基板

之該表面上形成層的程度。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該塗覆是藉助於選自由以下組成

之群的技術進行：旋塗、下引塗佈、捲軸式塗佈、凹版印刷、微型凹

版印刷、網版印刷、膠版印刷及狹縫型擠壓式塗佈。

10. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該基板包含選自由玻璃及有機聚

合物組成之群之材料。

11. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該基板包含聚對苯二甲酸伸乙酯。

12. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該移除是藉由以下達成：使塗覆至該基板之該表面之該組成物經歷 100℃至 150℃範圍內之溫度，持續 15 分鐘或小於 15 分鐘之時間。