



(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 I608643 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：102135843

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 03 日

(51)Int. Cl. : H01L51/44 (2006.01)

H01L51/52 (2006.01)

H01B1/12 (2006.01)

(30)優先權：2012/10/03 法國

1259359

(71)申請人：賀奇生公司 (法國) HUTCHINSON (FR)

法國

(72)發明人：傑奎蒙 傑瑞米 JACQUEMOND, JEREMIE (FR)；羅傑 史蒂芬尼 ROGER, STEPHANE (FR)；杜佛 布魯諾 DUFOUR, BRUNO (FR)；桑泰格 菲利普 SONNTAG, PHILIPPE (FR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2012/0168682A1

審查人員：施喻懷

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 24 頁

(54)名稱

導電性透明電極及其製造方法

CONDUCTIVE TRANSPARENT ELECTRODE AND ASSOCIATED MANUFACTURING PROCESS

(57)摘要

本發明關於一種多層導電性透明電極，其包含：- 基板層(1)，- 導電層(2)，其包含至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，且該導電層(2)係與該基板層(1)直接接觸，且該導電層(2)亦包含至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。本發明亦關於製造此種多層導電性透明電極之方法。

The present invention relates to a multilayer conductive transparent electrode comprising: - a substrate layer (1), - a conductive layer (2) comprising at least one optionally substituted polythiophene conductive polymer, and the conductive layer (2) being in direct contact with the substrate layer (1) and the conductive layer (2) also comprising at least one hydrophobic adhesive polymer which has chemical compatibility with the optionally substituted polythiophene conductive polymer, such that said multilayer conductive transparent electrode has a coefficient of haze of less than or equal to 3%. The invention also relates to the process for manufacturing such a multilayer conductive transparent electrode.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 基板層

2 . . . 導電層

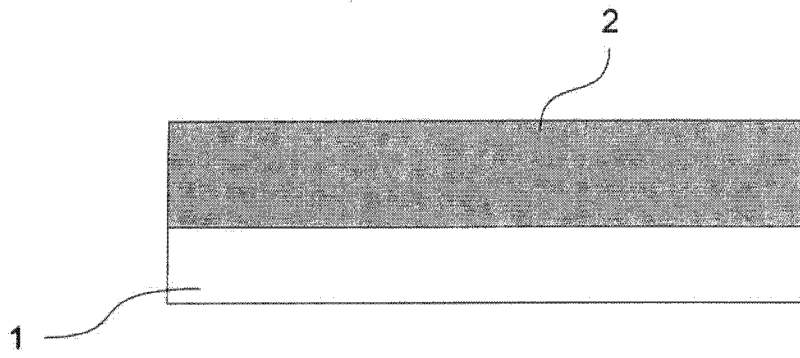


圖 1

根據本發明方法之一方面，該形成該導電層之組成物亦包含至少一種額外聚合物。

根據本發明之方法的另一方面，該額外聚合物為聚乙炔吡咯啉酮。

根據本發明之方法的另一方面，該基板層之基板係選自玻璃及透明撓性聚合物。

根據本發明之方法的另一方面，該黏著聚合物包含側鏈酯官能基。

根據本發明之方法的另一方面，該黏著聚合物係選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。

【圖式簡單說明】

本發明之其他特徵及優點於閱讀以下以非限制性範例實例提供之說明及其附圖時會更清楚浮現，該等圖式中：

- 圖 1 係多層導電性透明電極之各不同層的橫斷面之示意表示，
- 圖 2 係根據本發明之製造方法的各不同步驟之流程圖，
- 圖 3A 係在導電層的聚合物之間未顯示任何相分離之多層導電性透明電極的俯視電子顯微照片，及
- 圖 3B 係在導電層的聚合物之間顯示相分離之多層導電性透明電極的俯視電子顯微照片。

【實施方式】

本發明關於圖示於圖 1 之多層導電性透明電極。該類型之電極較佳具有在 $0.05\ \mu\text{m}$ 與 $20\ \mu\text{m}$ 之間的厚度。

該多層導電性透明電極包含：

- 基板層 1，及
- 與該基板層 1 直接接觸之導電層 2。

爲了保持該電極之透明性質，基板層 1 必須爲透明的。其可爲撓性或剛性，在必須爲剛性的情況下可有利地選自玻璃，或者選自透明撓性聚合物，諸如聚對苯二甲酸乙二酯（PET）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、聚醚砜（PES）、聚碳酸酯（PC）、聚砜（PSU）、酚樹脂、環氧樹脂、聚酯樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚醚酯樹脂、聚醚醯胺樹脂、聚（乙酸乙烯酯）、硝酸纖維素、乙酸纖維素、聚苯乙烯、聚烯烴、聚醯胺、脂族聚胺基甲酸酯、聚丙烯腈、聚四氟乙烯（PTFE）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚丙烯酸酯、聚醚醯亞胺、聚醚酮（PEK）、聚醚醚酮（PEEK）及聚偏二氟乙烯（PVDF），最佳之撓性聚合物爲聚對苯二甲酸乙二酯（PET）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）及聚醚砜（PES）。

該導電層 2 包含：

- （a）至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，
- （b）至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。該黏著聚合物爲疏水性之事實精確地使能具有與該隨意地經取代之聚噻吩

物實例所說明使用磁性攪拌器進行。

該導電聚合物 (a) 為聚噻吩，所述聚合物為最熱安定且電子安定之聚合物。較佳之導電聚合物為聚 (3,4-伸乙二氧基噻吩) -聚 (苯乙烯磺酸酯) (PEDOT:PSS)，後者對光及熱具有安定性，容易分布在水中，及不具任何環境缺點。

該導電聚合物 (a) 可為在水中及/或在溶劑中之分散液或懸浮液形式，該溶劑較佳為選自以下之極性有機溶劑：二甲亞砜 (DMSO)、N-甲基-2-吡咯啉酮 (NMP)、乙二醇、四氫呋喃 (THF)、乙酸二甲酯 (DMAc)、二甲基甲醯胺 (DMF)，該疏水性黏著聚合物 (b) 較佳為在水、二甲亞砜 (DMSO) 或乙二醇中之分散液或懸浮液形式。

該疏水性黏著聚合物 (b) 必須具有與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物的良好化學相容性，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。為此，該疏水性黏著聚合物 (b) 可有利地包含側鏈酯官能基，更特別的是，該疏水性黏著聚合物 (b) 可選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。

該額外聚合物 (c) 係選自聚乙醇醇 (PVOH)、聚乙醇基吡咯啉酮 (PVP)、聚乙二醇或者纖維素或其他多醣之醚及酯。該額外聚合物 (c) 為黏度增強劑且在導電層 2 施加至基板層 1 之期間有助於良好品質之膜的形成。

該額外聚合物 (c) 可為在水及/或在溶劑中之分散液

或懸浮液形式，該溶劑較佳為選自之有機溶劑：二甲亞砜（DMSO）、N-甲基-2-吡咯啉酮（NMP）、乙二醇、四氫呋喃（THF）、乙酸二甲酯（DMAc）或二甲基甲醯胺（DMF）。

ii) 該導電層 2 至該基板層 1 之施加及乾燥

在該步驟 ii 中，將形成該導電層 2 之組成物根據熟悉本技術之人士已知的任何方法直接施加至該基板層 1 上，最常使用之技術為：噴霧塗覆、噴墨塗覆、浸塗、膜塗布機塗覆、旋塗、藉由浸漬塗覆、狹縫模具式塗覆、刮刀塗覆或柔版塗覆。

為了保持該電極之透明性質，該基板 1 必須為透明的。其可為撓性或剛性，在必須為剛性的情況下可有利地選自玻璃，或者選自透明撓性聚合物，諸如聚對苯二甲酸乙二酯（PET）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、聚醚砜（PES）、聚碳酸酯（PC）、聚砜（PSU）、酚樹脂、環氧樹脂、聚酯樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚醚酯樹脂、聚醚醯胺樹脂、聚（乙酸乙烯酯）、硝酸纖維素、乙酸纖維素、聚苯乙烯、聚烯烴、聚醯胺、脂族聚胺基甲酸酯、聚丙烯腈、聚四氟乙烯（PTFE）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚丙烯酸酯、聚醚醯亞胺、聚醚酮（PEK）、聚醚醚酮（PEEK）及聚偏二氟乙烯（PVDF），最佳之撓性聚合物為聚對苯二甲酸乙二酯（PET）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）及聚醚砜（PES）。

在施加該導電層 2 之後，進行該層之乾燥。該乾燥可在 20 與 50℃之間的溫度於空氣中進行 1 至 45 分鐘。

iii) 該導電層 2 之交聯

在該步驟 iii 期間，進行該導電層 2 之交聯，例如藉由在 150℃之溫度下硫化 5 分鐘之時間。

形成該導電層 2 之組成物的溶劑於該交聯期間蒸發。

交聯之後，該導電層 2 可包含以下重量比例（總重為 100 重量%）之各組分（a）、（b）及（c）：

（a） 10 重量%至 65 重量%之至少一種隨意地經取代的聚噻吩導電聚合物，

（b） 20 重量%至 90 重量%之至少一種疏水性黏著聚合物或黏著共聚物，

（c） 0 重量%至 15 重量%之至少一種額外聚合物的溶液。

以下實驗結果顯示由根據本發明之多層導電性透明電極所獲得的值，基本參數係諸如在波長為 550 nm 下之透射率 T_{550} 、平均透射率 $T_{\text{平均}}$ 、表面電阻 R、表面粗糙度、濁度係數，以及該導電層 2 的組分之間的相分離存在或不存在。

使該等結果與從使用與該導電聚合物不具任何化學相容性之黏著聚合物的反例所導出之多層導電性透明電極所獲得的值相關。

1) 測量方法：

總透射率之測量

可見光譜中之總透射率（即，通過膜之光強度）係在 50×50 mm 之試樣上，使用 Perkin Elmer Lambda 35©分光光度計，在 UV-可見光譜〔300 nm 至 900 nm〕測量。

記錄兩個透射率值：

- 在 550 nm 下之透射率值 T_{550} ，及
- 在整個可見平均光譜中之平均透射率值 $T_{\text{平均}}$ ，該值對應於在可見光譜中之透射率的平均值。每 10 nm 測量該值。

表面電阻之測量

表面電阻（以 $\Omega/\square$ 計）可由下式定義：

$$R = \frac{\rho}{e} = \frac{1}{\sigma \cdot e}$$

e ：導電層之厚度（以 cm 計），

σ ：該層之導電率（以 S/cm 計）（ $\sigma = 1/\rho$ ），

ρ ：該層之電阻率（以 $\Omega \cdot \text{cm}$ 計）。

表面電阻係在 20×20 mm 之試樣上，使用 Keithley 2400 SourceMeter©歐姆計並在兩點上以進行測量。金觸點係先藉由 CVD 沉積在電極上，以促進該等測量。

濁度係數之測量

以百分比表示之濁度係數係在 50×50 mm 試樣上，使

用配備有積分球（integration sphere）之 Perkin Elmer Lambda 35©光譜儀測量。該係數可由下式定義：

$$H = T_d / T_{\text{平均}} * 100$$

$T_{\text{平均}}$ ：在 400 與 800 nm 之間的直接透射率之平均值。

T_d ：在 400 與 800 nm 之間的漫透射率之值。該透射率係計算為具有與不具積分球之平均透射率值之間的差異。

該比愈低，則樣本愈少散射光，且透過該透明電極觀察之影像顯得更清晰。

不同聚合物之間的相分離

透明電極中導電聚合物（a）與黏著聚合物（b）之間的相分離之評估係在 50×50 mm 試樣上，使用 Olympus BX51 光學顯微鏡以（100 倍、200 倍、400 倍）放大倍率形成。各試樣係藉由顯微鏡在不同放大倍率下觀察其整體。

透明電極之表面粗糙度測量

透明電極之表面粗糙度係在 50×50 mm 試樣上，使用原子力顯微術（AFM）機器進行。該原子力顯微鏡以非常微細的點掃描樣本表面。該點之偏移分析使得可能界定該樣本表面的形貌。然後計算以 nm 表示之平均二次粗糙度（ R_q ）。

2) 實例之組成：

關鍵：

DMSO	二甲亞砜
PEDOT：PSS	聚（3,4-伸乙二氧基噻吩）-聚（苯乙烯磺酸酯）
Emultex 378©	聚乙酸乙烯酯
Revacryl 272©	丙烯腈-丙烯酸酯共聚物
Revacryl 5467©	丙烯酸聚酯
PVP	聚乙烯吡咯啉酮

實施例 A：

將 3.3 g 之 DMSO 添加至 20 mg 之 PVP（以去離子水稀釋至 20%），然後使用磁性攪拌器在 600 rpm 下攪拌 10 分鐘。然後將 3 g 之含 1.2%乾燥萃取物的 PEDOT：PSS 添加至該滲透混合物。再攪拌 10 分鐘之後，將 1.6 g 之 Emultex 378©（以去離子水稀釋至 10%，乾燥萃取物 4.5%，Tg=40℃）添加至該溶液並攪拌 30 分鐘。

然後使用刮刀將所獲得之混合物塗覆至玻璃基板層上。此沉積物係在 150℃下硫化 5 分鐘時間。

實施例 B：

將 3.3 g 之 DMSO 添加至 20 mg 之 PVP（以去離子水稀釋至 20%），然後使用磁性攪拌器在 600 rpm 下攪拌 10 分鐘。然後將 3 g 之含 1.2%乾燥萃取物的 PEDOT：PSS 添加至該滲透混合物。再攪拌 10 分鐘之後，將 2.4 g 之 Revacryl 5467©（以去離子水稀釋至 10%，乾燥萃取物

發明摘要

※申請案號：102135843

※申請日：102 年 10 月 03 日

※IPC 分類：H01L 51/44 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
H01B 1/12 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

導電性透明電極及其製造方法

Conductive transparent electrode and associated manufacturing process

【中文】

本發明關於一種多層導電性透明電極，其包含：

- 基板層（1），
- 導電層（2），其包含至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，且

該導電層（2）係與該基板層（1）直接接觸，且該導電層（2）亦包含至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。本發明亦關於製造此種多層導電性透明電極之方法。

【 英文 】

The present invention relates to a multilayer conductive transparent electrode comprising:

- a substrate layer (1),
- a conductive layer (2) comprising at least one optionally substituted polythiophene conductive polymer, and

the conductive layer (2) being in direct contact with the substrate layer (1) and the conductive layer (2) also comprising at least one hydrophobic adhesive polymer which has chemical compatibility with the optionally substituted polythiophene conductive polymer, such that said multilayer conductive transparent electrode has a coefficient of haze of less than or equal to 3%. The invention also relates to the process for manufacturing such a multilayer conductive transparent electrode.

圖式

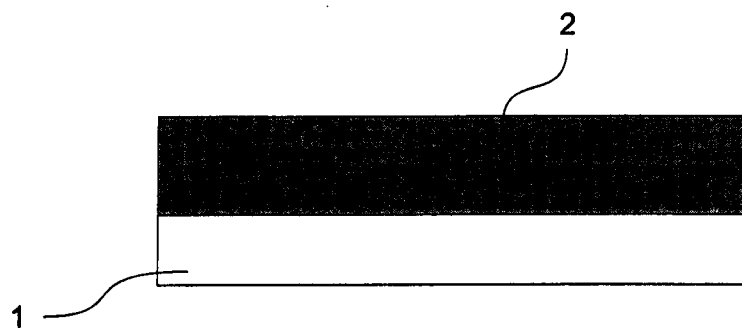


圖 1

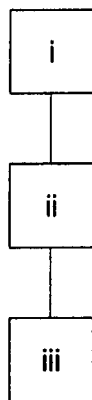


圖 2

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：基板層

2：導電層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

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)

導電性透明電極及其製造方法

Conductive transparent electrode and associated manufacturing process

【技術領域】

本發明關於在有機電子裝置之一般領域中的導電性透明電極以及製造彼之方法。

【先前技術】

兼具高透射率與導電率性質之導電性透明電極係目前電子設備領域中的重要發展主題，該類型電極日益增加地用於諸如光伏打電池、液晶螢幕、有機發光二極體（OLED）或聚合物發光二極體（PLED）及觸控螢幕之裝置。

目前在電子裝置，特別是有機電子裝置領域中實質上需要兼具大於 75%之良好透射率及高導電率（表面電阻至少低於 $1000 \Omega/\square$ ）之電極。就上述應用而言，必須具有小於 20 nm 之低粗糙度及低濁度係數的表面。

為了獲得具有高透射率及導電率性質之導電性透明電極，已知之實務係具有多層導電性透明電極，該多層導電性透明電極在第一層中包含基板層，於該基板層上沉積黏著層、金屬奈米絲之滲透網絡及由導電聚合物製成之封裝

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

層，其中該導電聚合物為例如聚（3,4-伸乙二氧基噻吩）（PEDOT）及聚（苯乙烯磺酸）鈉（PSS）混合物，形成已知為 PEDOT：PSS 者。

專利申請案 US 2009/129004 描述可獲致良好透射率及低表面電阻率之多層透明電極。然而，此種電極具有包含基板層、黏著層、由金屬奈米絲組成之層、由奈米碳管、導電聚合物及彈性體組成之導電層的複雜構造。此層之添加意味著該方法成本相當高。

此外，該材料亦為不均勻，此意味著高粗糙度及高濁度係數。最後，該導電層係以奈米碳管為底質，此造成分散問題，因此意味著存在光學瑕疵。

因此希望發展包含較少層且不包含任何奈米碳管之導電性透明電極。

存在較便宜之途徑，其係由導電聚合物（諸如 PEDOT/PSS）與撓性聚合物之簡單混合物組成，如 Sun 等人於 Progress in Organic Coatings, 59（2007），115-121 及 Yin 等人於 Journal of Materials Chemistry, 2012, 22, 3800 中所述。然而，藉由顯微術，該等文獻顯示該等混合物不均勻，在該導電聚合物與該撓性聚合物之間存在相分離。因此，該等複合物係由在撓性聚合物基質中之導電聚合物的連續網絡組成。然而，經由該等文獻中所述之方法所獲得的複合物具有高濁度係數及相當大之表面粗糙度。

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

【發明內容】

因此，本發明目的之一係至少部分克服先前技術缺點，且提供具有低粗糙度以及底濁度係數的多層導電性透明電極以及製造彼之方法。

因此，本發明關於一種多層導電性透明電極，其包含：

- 基板層，
- 導電層，其包含至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，且該導電層係與該基板層直接接觸，且該導電層亦包含至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。

根據本發明之多層導電性透明電極符合以下要求及性質：

- 小於或等於 $1000 \Omega/\square$ 且大於或等於 $50 \Omega/\square$ 之表面電阻 R，
- 大於或等於 75% 之在可見光譜中的平均透射率 $T_{\text{平均}}$ ，
- 小於或等於 3% 之濁度係數，
- 小於 20 nm 之粗糙度，
- 與基板直接黏著，
- 導電層的組分之間不存在相分離。

根據本發明一方面，導電層亦包含至少一種額外聚合物。

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

根據本發明另一方面，該額外聚合物為聚乙炔吡咯啉酮。

根據本發明另一方面，該多層導電性透明電極具有大於或等於 75%之在可見光譜中的平均透射率。

根據本發明另一方面，該多層導電性透明電極具有小於 20 nm 之粗糙度。

根據本發明另一方面，該多層導電性透明電極小於或等於 $1000\ \Omega/\square$ 且大於或等於 $50\ \Omega/\square$ 之表面電阻。

根據本發明另一方面，該基板係選自玻璃及透明撓性聚合物。

根據本發明另一方面，該黏著聚合物包含側鏈酯官能基。

根據本發明另一方面，該疏水性黏著聚合物係選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。

本發明亦關於製造多層導電性透明電極之方法，其包括下列步驟：

- 製備形成導電層之組成物的步驟，該形成導電層之組成物包含：

- 至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，
 - 至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%，

- 將形成導電層之組成物直接施加並乾燥於基板層上的步驟，

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

疏水性之事實精確地使能具有與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物的良好化學相容性，原因係後者亦為疏水性。

該導電層 2 亦可包含：

(c) 至少一種額外聚合物。

該導電聚合物 (a) 為聚噻吩，後者為最熱安定且電子安定之聚合物。較佳之導電聚合物為聚(3,4-伸乙二氧基噻吩)-聚(苯乙烯磺酸酯) (PEDOT:PSS)，後者對光及熱具有安定性，容易分散在水中，及不具任何環境缺點。

該黏著聚合物 (b) 顯示與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物的良好化學相容性，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。為此，該黏著聚合物 (b) 可有利地包含側鏈酯官能基，更特別的是，該黏著聚合物 (b) 可選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。

該額外聚合物 (c) 係選自聚乙烯醇 (PVOH)、聚乙炔基吡咯啉酮 (PVP)、聚乙二醇或者纖維素或其他多醣之醚及酯。該額外聚合物 (c) 為黏度增強劑且在導電層 2 施加至基板層 1 之期間有助於良好品質之膜的形成。

該導電層 2 可包含以下重量比例 (總重為 100 重量%) 之各組分 (a)、(b) 及 (c)：

(a) 10 重量%至 65 重量%之至少一種隨意地經取代的聚噻吩導電聚合物，

(b) 20 重量%至 90 重量%之至少一種黏著聚合物或黏著共聚物，

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

(c) 及 0 至 15 重量%之至少一種額外聚合物。

因此，根據本發明之多層導電性透明電極包含：

- 小於或等於 $1000\ \Omega/\square$ 且大於或等於 $50\ \Omega/\square$ 之表面電阻 R，

- 大於或等於 75%之在可見光譜中的平均透射率 $T_{\text{平均}}$ ，

- 小於或等於 3%之濁度係數，

- 小於 20 nm 之粗糙度，

- 該導電層 2 對基板層 1 之直接黏著，

- 該導電層 2 的組分之間不存在相分離，及

- 不存在金屬奈米絲之網絡。

本發明亦關於製造多層導電性透明電極之方法，其包括下列步驟：

該製造方法之步驟係圖示於圖 2 之流程圖中。

i) 形成該導電層 2 之組成物的製備

於本步驟 i 中製備形成該導電層 2 之組成物。

該形成該導電層 2 之組成物係藉由混合以下者來獲得：

(a) 至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，
及

(b) 至少一種疏水性黏著聚合物或黏著共聚物。

該導電層 2 亦可包含：

(c) 至少一種額外聚合物。

形成該導電層之組成物的製備可包括混合及攪拌之連

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

Revacryl 5467©（以去離子水稀釋至 10%，乾燥萃取物 3.0%）添加至該溶液並攪拌 30 分鐘。

然後使用刮刀將所獲得之混合物塗覆至玻璃基板層上。此沉積物係在 150℃下硫化 5 分鐘時間。

反例：

將 3.3 g 之 DMSO 添加至 20 mg 之 PVP（以去離子水稀釋至 20%），然後使用磁性攪拌器在 600 rpm 下攪拌 10 分鐘。然後將 3 g 之含 1.2%乾燥萃取物的 PEDOT：PSS 添加至該滲透混合物。再攪拌 10 分鐘之後，將 1.6 g 之 Revacryl 272©（以去離子水稀釋至 10%，乾燥萃取物 4.5%，Tg=-30℃）添加至該溶液並攪拌 30 分鐘。

然後使用刮刀將所獲得之混合物塗覆至玻璃基板層上。此沉積物係在 150℃下硫化 5 分鐘時間。

3) 結果：

	實施例 A	實施例 B	反例
T _{平均} (%)	84.8	86.0	82.6
濁度係數	1.6	2.2	5.7
表面電阻 (Ω/□)	203	205	201
粗糙度：Rq (nm)	12	9	28
藉由光學顯微鏡觀察到相分離	否	否	是

圖 3A 更特別顯示實施例 A 之多層導電性透明電極的表面之顯微照片，其未顯示該導電聚合物（a）與該黏著聚合物（b）之間有任何相分離。

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

圖 3B 更特別顯示該反例之多層導電性透明電極的表面之顯微照片，其顯示該導電聚合物（a）與該黏著聚合物（b）之間的相分離，從而降低濁度係數並提高粗糙度。

黏著聚合物（b）直接存在於導電層 2 中使得該層可直接接觸且直接黏著至基板層 1，而不必事先將額外黏著層施加至該基板層 1 上。由於不存在黏著層，因而使透射率高。

此外，該導電層 2 之組成使得可能經由其單純性及經由使用與該導電聚合物具有化學相容性的黏著聚合物（b）而獲得不會過度傷害表面電阻之具有低濁度係數及粗糙度亦低的多層導電性透明電極，即使於不存在金屬奈米絲網路的情況下亦保持低表面電阻。

因此該多層導電性透明電極具有高透射率、低濁度係數及亦低之粗糙度，因該組成較簡單及需要較少製造步驟而降低成本。

【符號說明】

1：基板層

2：導電層

申請專利範圍

1. 一種多層導電性透明電極，其包含：

- 基板層（1），
- 導電層（2），其包含至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，且

其特徵在於該導電層（2）係與該基板層（1）直接接觸，且該導電層（2）亦包含至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%。

2. 如申請專利範圍第 1 項之多層導電性透明電極，其中該導電層（2）亦包含至少一種額外聚合物。

3. 如申請專利範圍第 2 項之多層導電性透明電極，其中該額外聚合物為聚乙烯吡咯啉酮。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項其中一項之多層導電性透明電極，其中其具有大於或等於 75%之在可見光譜中的平均透射率。

5. 如申請專利範圍第 1 至 3 項其中一項之多層導電性透明電極，其中其具有小於 20 nm 之粗糙度。

6. 如申請專利範圍第 1 至 3 項其中一項之多層導電性透明電極，其中其具有小於或等於 1000 $\Omega/\square$ 且大於或等於 50 $\Omega/\square$ 之表面電阻。

7. 如申請專利範圍第 1 至 3 項其中一項之多層導電性透明電極，其中該基板層（1）係選自玻璃及透明撓性

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

聚合物。

8. 如申請專利範圍第 1 至 3 項其中一項之多層導電性透明電極，其中該疏水性黏著聚合物包含側鏈酯官能基。

9. 如申請專利範圍第 8 項之多層導電性透明電極，其中該疏水性黏著聚合物係選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。

10. 一種製造多層導電性透明電極之方法，其包含下列步驟：

- 步驟 (i)，製備形成導電層 (2) 之組成物，該形成導電層 (2) 之組成物包含：

- 至少一種隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物，
 - 至少一種與該隨意地經取代之聚噻吩導電聚合物具有化學相容性的疏水性黏著聚合物，以使該多層導電性透明電極的濁度係數小於或等於 3%，

- 步驟 (ii)，將形成導電層 (2) 之組成物直接施加並乾燥於該基板層 (1) 上，

- 步驟 (iii)，使該導電層 (2) 交聯。

11. 如申請專利範圍第 10 項之製造多層導電性透明電極的方法，其中形成導電層 (2) 之組成物亦包含至少一種額外聚合物。

12. 如申請專利範圍第 11 項之製造多層導電性透明電極的方法，其中該額外聚合物為聚乙烯吡咯啉酮。

13. 如申請專利範圍第 10 至 12 項其中一項之製造多

第 102135843 號

民國 106 年 6 月 20 日修正

層導電性透明電極的方法，其中該基板層（1）之基板係選自玻璃及透明撓性聚合物。

14. 如申請專利範圍第 10 至 12 項其中一項之製造多層導電性透明電極的方法，其中該疏水性黏著聚合物包含側鏈酯官能基。

15. 如申請專利範圍第 14 項之製造多層導電性透明電極的方法，其中該疏水性黏著聚合物係選自聚乙酸乙烯酯類及丙烯酸聚酯類。