



(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 I577237 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：101107221

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H05B33/22 (2006.01)** **H05B33/28 (2006.01)**

(30)優先權：2011/03/04 美國 61/449,519

2012/03/02 世界智慧財產權組織 PCT/US12/27541

2012/03/02 美國 13/411,154

(71)申請人：凱姆控股有限公司 (英屬維爾京群島) CAM HOLDING CORPORATION (VG)
英屬維爾京群島

(72)發明人：波史考特卡 佛羅倫 PSCHENITZKA, FLORIAN (DE)

(74)代理人：邱珍元

(56)參考文獻：

TW 201200467A1

JP 2004-127562A

審查人員：曾威誌

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：3 共 25 頁

(54)名稱

調節基於金屬奈米結構之透明導體之工作函數之方法

METHOD OF TUNING WORK FUNCTION OF METAL NANOSTRUCTURE-BASED
TRANSPARENT CONDUCTOR

(57)摘要

本發明係關於藉由在個別金屬奈米結構上形成偶極表面層來調節基於金屬奈米結構之導電膜之工作函數的方法。

The present disclosure relates to methods for tuning the work function of a metal nanostructure-based conductive film by forming a dipole surface layer on individual metal nanostructures.

指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 奈米線

110 . . . 外表面/表面

120 . . . 偶極配位體

130 . . . 表面偶極層

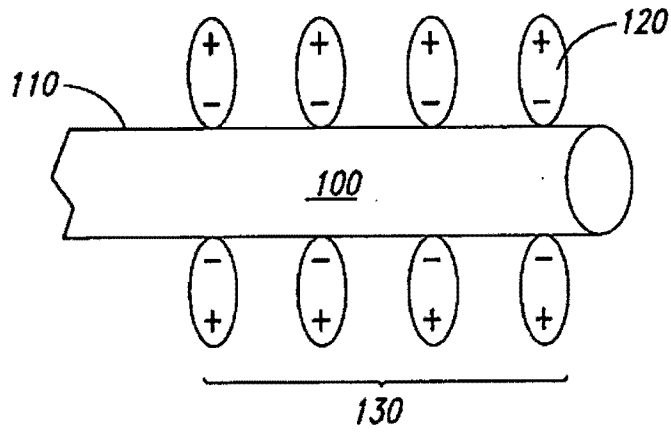


圖3

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：(0110722)

※申請日：(01.7.3)

※IPC 分類：H05B 33/22 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H05B 33/28 (2006.01)

調節基於金屬奈米結構之透明導體之工作函數之方法

METHOD OF TUNING WORK FUNCTION OF METAL
NANOSTRUCTURE-BASED TRANSPARENT CONDUCTOR

二、中文發明摘要：

本發明係關於藉由在個別金屬奈米結構上形成偶極表面層來調節基於金屬奈米結構之導電膜之工作函數的方法。

三、英文發明摘要：

The present disclosure relates to methods for tuning the work function of a metal nanostructure-based conductive film by forming a dipole surface layer on individual metal nanostructures.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 奈米線

110 外表面/表面

120 偶極配位體

130 表面偶極層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體係關於調節電致發光(EL)裝置、特定言之有機發光二極體(OLED)中之透明電極之工作函數。

【先前技術】

OLED回應於電流而發光。圖1展示在透明基板(20)上形成之典型OLED(10)。陽極(30)安置於透明基板(20)上且亦為透明的以允許內部產生之光出射。發光層採用有機發射堆疊(40)之形式，該堆疊安置於陽極(30)與陰極(50)之間。有機發射堆疊(40)包括由兩個電荷注入層(70及80，一個用於電子注入及一個用於電洞注入)側接之電致發光化合物薄膜(60)。

儘管通常使用氧化銦錫(ITO)作為OLED中之透明電極，但基於金屬奈米結構之透明導體代表一種新興種類之透明電極。不同於真空沈積於基板上之ITO，基於金屬奈米結構之透明導體係藉由將金屬奈米線之墨水調配物塗佈於基板上而形成。該製程解決了ITO所遭遇之某些生產限制，且尤其適合於在大面積及/或可撓性基板上印刷或塗佈。

OLED之光產生機制係基於電激發有機化合物之激子之輻射重組。當電子流穿過OLED自陰極流至陽極時，電子注入陰極處有機化合物之最低未佔用分子軌域(LUMO)中且自陽極處最高佔用分子軌域(HOMO)退出。電子自HOMO退出之過程亦可描述為電洞注入HOMO中。靜電力使電子與電洞彼此接近且其重組形成激子，其為電子結合

於電洞之激發態。激發態弛豫至電子之基態，伴隨發射輻射，其頻率處於可見區(380-800 nm)中。輻射頻率取決於HOMO與LUMO之間的能量差。

除確定發射光之頻率以外，能階HOMO及LUMO以及電極之能階對OLED之效率及效能具有顯著影響。圖2示意性展示OLED之能量圖。陽極與HOMO之間的能量差代表電洞注入之能量障壁(E_h)。類似地，陰極與LUMO之間的能量差代表電子注入之能量障壁(E_e)。

陽極(或陰極)之工作函數對應於自陽極(或陰極)表面移除電子所需之能量的最小量。如圖2中所示，增加陽極之工作函數(例如至虛線)會減小能量障壁(E_h)，藉此增加電洞自陽極注入之效率。

表面之工作函數受該表面之條件強烈影響。舉例而言，ITO之工作函數可由氧電漿自4.2 eV增至4.8 eV。參見例如Wu, C. C.等人 *Appl. Phys. Lett.* 70(11):1348 (1997)。亦已報導藉由吸收具有靜電偶極之物質之薄層來改變材料之工作函數。參見例如Gu, D.等人 *J. Appl. Phys.* 97:123710 (2005)。

仍然需要調整OLED裝置中基於金屬奈米結構之透明導體之工作函數。

【發明內容】

本文所提供者包括一種調整基於金屬奈米結構之導電膜之工作函數的方法，該方法包含：提供複數個金屬奈米結構，各金屬奈米結構具有外表面；及在金屬奈米結構之外

表面上形成偶極表面層，其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體。

在多個實施例中，在金屬奈米結構之外表面上形成偶極表面層包括：形成包含複數個金屬奈米結構及複數個偶極配位體之墨水組合物，及將該墨水組合物塗佈於基板上以提供導電膜。

在某些實施例中，調整工作函數包括與無偶極表面層之金屬奈米結構之導電膜形式相比，使工作函數增加約0.8-1.2 eV。

在多個實施例中，偶極配位體為極性分子，諸如界面活性劑。在更特定實施例中，使用陰離子性含氟界面活性劑作為偶極配位體。在一甚至更特定實施例中，偶極配位體為羧酸鋰陰離子性含氟界面活性劑。

本文亦提供一種墨水組合物，其包含：複數個金屬奈米線，及偶極配位體，其中該偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。

在另一實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。

在多個實施例中，金屬奈米結構為銀奈米線。

在某些實施例中，偶極配位體為陰離子性含氟界面活性劑。在更特定實施例中，陰離子性含氟界面活性劑為羧酸鋰陰離子性含氟界面活性劑。

在其他實施例中，墨水組合物可進一步包含界面活性劑，其中複數個金屬奈米線與界面活性劑之重量比在

560:1至5:1之範圍內。

在其他實施例中，墨水組合物可進一步包含黏度改質劑，諸如羥丙基甲基纖維素(HPMC)。

另一實施例提供一種OLED裝置，其包含陰極、陽極及安置於陰極與陽極之間的有機發射堆疊，其中該陽極包括複數個金屬奈米結構之導電膜，各金屬奈米結構具有外表面及安置於該外表面上之偶極表面層，且其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體。

【實施方式】

在圖式中，相同參考數字標識類似元件或操作。圖式中之元件之尺寸及相對位置未必按比例繪製。舉例而言，各種元件之形狀及角度未按比例繪製，且一些此等元件經任意放大及定位以提高圖式辨識性。此外，所繪製元件之特定形狀不欲傳達關於特定元件之實際形狀的任何資訊，且僅為圖式中識別之容易性而選擇。

本文描述調整基於奈米結構之透明導體之工作函數的方法。詳言之，該等方法係針對藉由對金屬奈米結構之表面進行改質來增加OLED中基於金屬奈米結構之透明導體(陽極)之工作函數。藉由增加陽極之工作函數，有機發射堆疊與陽極之能階更好地對準，藉此增強OLED之量子效率及/或降低導通電壓。由此，增加裝置之總體功率效率。

因此，一個實施例提供一種調整基於金屬奈米結構之透明導體之工作函數的方法，其包含：提供複數個金屬奈米結構，各金屬奈米結構具有外表面；在金屬奈米結構之外

表面上形成偶極表面層，其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體。

如本文所用之「偶極配位體」係指具有正電荷與負電荷之非均勻分佈之分子或粒子。偶極配位體可具有永久偶極。舉例而言，諸如離子性界面活性劑之極性分子具有永久偶極，其由分子之一個部分(例如界面活性劑之極性頭部)與分子之另一部分(例如界面活性劑之親脂性尾部)的負電性實質上不同而產生。偶極配位體亦可具有感應偶極(例如可極化分子)，在該狀況下，正電荷與負電荷之非均勻分佈係由具有永久偶極之鄰近分子或粒子引起。

圖3示意性展示具有外表面(110)之奈米線(100)，偶極配位體(120)吸附於該外表面(110)上。使表面區中之偶極配位體(120)經受由各向異性力場產生之定向力。極性分子(例如永久偶極)可由此在表面區中優先定向，同時可極化分子可被極化(感應偶極)及定向。如圖3中示意性展示，偶極配位體(100)係以如下方式定向：偶極配位體之負端吸附於表面(110)，而偶極配位體之正端指向遠離表面(110)。優先定向促使偶極配位體形成陣列，通常為定向於實質上相同方向之偶極配位體之單層的陣列。此種陣列稱為表面偶極層(130)，電位降與其相關。咸信，電位降使得由金屬奈米線形成之陽極之工作函數增加。

在一替代性組態中，偶極配位體可以如下方式定向：偶極配位體之正端吸附於表面，而負端指向遠離該表面。由此形成之表面偶極層與電位升相關，該電位升使工作函數

減小。此種組態對陰極有利，在該陰極中工作函數之減小會減小電子注入障壁。

在某些實施例中，在金屬奈米結構之外表面上形成偶極表面層包括首先形成包含金屬奈米結構及偶極配位體之墨水組合物，繼而將該墨水組合物塗佈於基板上以提供互連或網狀連接奈米結構之導電膜。

因此，本文所述之方法與用以形成基於奈米結構之導電膜的基於溶液之方法相容。有利地，偶極配位體吸附於液相中個別金屬奈米結構之外表面，且當墨水組合物在基板上乾燥或固化時，在各個別金屬奈米結構上形成偶極表面層。

在多個實施例中，在偶極表面層存在下，金屬奈米結構能夠形成導電膜，與由相同金屬奈米結構製成、但無偶極表面層之導電膜相比，該導電膜中之工作函數可增加約 0.8 eV-1.2 eV。

在某些實施例中，偶極配位體為離子性界面活性劑分子，其可為陰離子性(帶負電荷)或陽離子性(帶正電荷)分子。在更特定實施例中，界面活性劑分子為陰離子性含氟界面活性劑。非限制性實例包括 ZONYL[®] FSA(羧酸鋰陰離子性含氟界面活性劑)。可使用具有與 ZONYL[®] FSA 類似之性質的其他偶極配位體，包括例如 ZONYL[®] FSN、ZONYL[®] FSO、ZONYL[®] FSH(DuPont Chemicals, Wilmington, DE)及 NOVEC[™](3M, St. Paul, MN)。視偶極矩之強度而定，工作函數之偏移為材料所固有。

可將偶極配位體直接添加至包含金屬奈米結構之墨水組合物中。重要的是，偶極配位體相對於金屬奈米結構具有足夠量以在各金屬奈米結構上形成偶極表面層。在多個實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。在其他實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。

然而，應瞭解，界面活性劑未必為所定義之偶極配位體。儘管非離子性界面活性劑可藉由以靜電相互作用(與離子相互作用相反)吸附於奈米結構上而起到習知界面活性劑之功能，但其可能不能夠形成陣列或單層。甚至離子性界面活性劑，除非在墨水組合物中達到臨界濃度臨限值，否則亦可能不能夠形成陣列或單層。因此，一個實施例提供一種包含複數個銀奈米線、界面活性劑、黏度改質劑及偶極配位體之墨水組合物，其中該偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。在其他實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。

在一個特定實施例中，藉由將ZONYL[®] FSA及銀奈米線調配成墨水組合物，繼而將該墨水組合物塗佈於基板上以形成導電膜，該導電膜之工作函數自約4.5 eV-4.7 eV之範圍(無FSA)增至約5.2 eV-5.4 eV之範圍。

本文所述之導電膜適合作為OLED裝置中之陽極。可預期，膜中工作函數之增加將使OLED裝置之效率增加。因

此，一個實施例提供一種OLED裝置，其包含陰極、陽極及安置於陰極與陽極之間的有機發射堆疊，其中該陽極包括複數個金屬奈米結構之導電膜，各金屬奈米結構具有外表面及安置於該外表面上之偶極表面層，且其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體。

在多個實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。在其他實施例中，偶極配位體係以每平方公尺金屬奈米結構表面積約 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。在其他實施例中，偶極配位體為陰離子性界面活性劑。在其他實施例中，陽極具有 5.2-5.7 eV 之工作函數。

導電膜之各種組分於下文進一步更詳細描述。

金屬奈米結構

如本文所用之「金屬奈米結構」或「奈米結構」一般指導電奈米尺寸結構，其至少一個尺寸小於 500 nm，更佳小於 250 nm、100 nm、50 nm 或 25 nm。

奈米結構可具有任何形狀或幾何形狀。在某些實施例中，奈米結構為各向同性形狀(亦即，縱橫比=1)。典型各向同性奈米結構包括奈米粒子。在較佳實施例中，奈米結構為各向異性形狀(亦即，縱橫比 $\neq$ 1)。如本文所用之「縱橫比」係指奈米結構之長度與寬度(或直徑)之間的比率。各向異性奈米結構通常具有沿其長度之縱向軸。如本文所定義，例示性各向異性奈米結構包括奈米線及奈米管。

奈米結構可為實心或中空的。實心奈米結構包括例如奈

米粒子及奈米線。因此，「奈米線」係指實心各向異性奈米結構。通常，各奈米線具有大於10、較佳大於50且更佳大於100之縱橫比(長度:直徑)。通常，奈米線之長度大於500 nm、大於1 μm 或大於10 μm 。

中空奈米結構包括例如奈米管。通常，奈米管具有大於10、較佳大於50且更佳大於100之縱橫比(長度:直徑)。通常，奈米管之長度大於500 nm、大於1 μm 或大於10 μm 。

金屬奈米結構可由任何導電金屬材料形成。金屬材料可為元素態金屬(例如過渡金屬)或金屬化合物(例如金屬氧化物)。金屬材料亦可為雙金屬材料或金屬合金，其包含兩種或兩種以上類型之金屬。合適之金屬包括(但不限於)銀、金、銅、鎳、鍍金銀、鉑及鈮。

導電膜

一般而言，導電膜通常呈多膜組態，且至少包括塗佈於基板上之奈米結構層。該奈米結構層係藉由使包含液體載劑及複數個金屬奈米結構之墨水組合物(亦稱作「塗料組合物」)沈積於基板上而形成。

奈米結構層或膜包含隨機分佈且彼此互連之奈米結構。當奈米結構之數目達到滲濾臨限值時，薄膜導電。墨水組合物之其他非揮發性組分，包括例如一或多種黏合劑、界面活性劑及其他黏度改質劑，可形成導電膜之一部分。

分散液之液體載劑可為水、醇、酮或其組合。例示性醇可包括異丙醇(IPA)、乙醇、二丙酮醇(DAA)，或IPA與DAA之組合。例示性酮可包括甲基乙基酮(MEK)及甲基丙

導電奈米結構與界面活性劑之重量比較佳在約560:1至約5:1之範圍內。塗料溶液之組分之比率可視基板及所用塗覆方法而改變。塗料溶液之較佳黏度範圍在約1 cP與100 cP之間。

導電膜之電導率通常以「薄層電阻」量測，其由歐姆/平方(或「ohm/sq」)表示。薄層電阻至少隨表面負載密度、奈米結構之尺寸/形狀及奈米結構組分之固有電學性質而變。若如本文所用之薄膜之薄層電阻不高於 10^8 歐姆/平方，則將其視為導電性。薄層電阻較佳不高於 10^4 歐姆/平方、3,000歐姆/平方、1,000歐姆/平方、350歐姆/平方或100歐姆/平方。通常，由金屬奈米結構形成之導電網狀物之薄層電阻係在10歐姆/平方至1000歐姆/平方、100歐姆/平方至750歐姆/平方、50歐姆/平方至200歐姆/平方、100歐姆/平方至500歐姆/平方、100歐姆/平方至250歐姆/平方、10歐姆/平方至200歐姆/平方、10歐姆/平方至50歐姆/平方、或1歐姆/平方至10歐姆/平方之範圍內。對於本文所述之光電裝置，薄層電阻通常小於1000歐姆/平方、小於500歐姆/平方、小於100歐姆/平方、小於50歐姆/平方、小於20歐姆/平方、或小於10歐姆/平方。

在光學上，基於奈米結構之透明導體在可見區(400 nm-700 nm)中具有高透光率。通常，當在可見區中透光率大於70%或更通常大於85%時，將該透明導體視為光學透明。透光率更佳大於90%、大於93%、或大於95%。如本文所用，除非另有規定，否則導電膜為光學透明的(例如

透射率大於70%)。因此，透明導體；透明導電膜、層或塗層；導電膜、層或塗層；及透明電極係可互換使用。

基板

基板支撐奈米結構層。在某些實施例中，基板為墨水組合物直接塗佈於上面以形成如本文所定義之奈米結構膜的支撐體。在其他實施例中，在塗佈墨水組合物之前，將中間層(亦即底塗層)塗佈於基板上。

基板可為剛性或可撓性的。剛性基板之實例包括玻璃、聚碳酸酯、丙烯酸系物及其類似物。可撓性基板之實例包括(但不限於)：聚酯(例如聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚酯萘二甲酸酯及聚碳酸酯)、聚烯烴(例如線性、分支鏈及環狀聚烯烴)、聚乙烯類(例如聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚乙烯縮醛、聚苯乙烯、聚丙烯酸酯及其類似物)、纖維素酯基質(例如三乙酸纖維素及乙酸纖維素)、聚砜(諸如聚醚砜)、聚醯亞胺、聚矽氧及其他習知聚合膜。

實例

實例 1

合成銀奈米線

藉由遵循例如 Y. Sun, B. Gates, B. Mayers 及 Y. Xia, 「Crystalline silver nanowires by soft solution processing」, *Nanoletters* 2(2):165-168, 2002 中所述之「多元醇」方法，在聚(乙烯吡咯啉酮)(PVP)存在下還原溶解於乙二醇中之硝酸銀來合成銀奈米線。同在申請中且共同擁有之美國專利申請案第 11/766,552 號中所述之經修改多元醇方法以高於

習知「多元醇」方法之產率產生更均勻銀奈米線。此申請案以全文引用的方式併入本文中。所得奈米線主要具有約13 μm 至約17 μm 之長度及約25-45 nm之直徑。

實例2

製備金屬奈米結構之塗料組合物

用於沈積金屬奈米線之標準塗料組合物包含(以重量計)0.0025%至0.1%界面活性劑(例如，對於非離子性界面活性劑ZONYL® FSO-100，較佳範圍為0.0025%至0.05%)、0.02%至4%黏度改質劑(例如，對於羥丙基甲基纖維素(HPMC)，較佳範圍為0.02%至0.5%)、94.5%至99.0%溶劑，及0.05%至1.4%金屬奈米線。使用此標準塗料溶液來形成參考膜(S1)，亦即不含任何偶極配位體者。

為製備包括偶極配位體之塗料組合物，將ZONYL® FSA添加至標準塗料組合物中。銀奈米線:FSA比率(以重量計)為1:0.7。此分散液用於製造實例4之樣品S2及S3之膜。銀奈米線與FSA之重量比亦可為1:0.1至1:1。

塗料組合物可基於奈米線之所要濃度來製備，該濃度為基板上形成之最終導電膜之負載密度的指數。

可根據例如同在申請中之美國專利申請案第11/504,822號中所述之方法使塗料組合物沈積於基板上。

如熟習此項技術者所瞭解，可採用其他沈積技術，例如由窄通道計量之沈降流、模流動、斜坡上之流動、隙縫塗佈、凹板印刷式塗佈、微凹板印刷式塗佈、液滴塗佈、浸塗、槽模塗佈及其類似技術。亦可使用印刷技術在存在或

不存在圖案之情況下將墨水組合物直接印刷於基板上。舉例而言，可採用噴墨、柔版印刷及網版印刷。應進一步瞭解，流體之黏度及剪切特性以及奈米線之間的相互作用可影響所沈積之奈米線的分佈及互連性。

實例 3

工作函數量測

可藉由使用尖端追蹤之絕對掃描來量測工作函數。絕對掃描為使用 2 mm 直徑克耳文探針(Kelvin probe)尖端對 $6 \times 6 \text{ cm}^2$ 近似尺寸進行之掃描。已參考工作函數為 5.10 eV 之原始金表面來測定尖端工作函數(WF)。

進行使用尖端追蹤之絕對掃描有兩個原因。資料之絕對性質允許與第三方量測值進行比較。第二，表面之均質性係使用尖端與樣品之恆定間隔來探查，且對雜散電容效應之敏感性小得多。

掃描可在尖端與樣品之恆定間隔下進行，亦即追蹤，以確保與不同樣品上之相同尖端進行精確比較。樣品 S2 與 S3 均用克耳文探針量測。

另外，亦使用 AC-2 光電子光譜儀(由 Riken Keiki 製造)來測定工作函數。使用此方法分析樣品 S4。

實例 4

基於奈米結構之導電膜之工作函數

根據實例 2 中所述之方法製備三個導電膜樣品(S1-S3)。各樣品為 $15 \times 15 \text{ mm}^2$ 。用導電膠帶使樣品貼附於樣品固持器。S1 不含任何 FSA(偶極配位體)且用作參考。

對於所有樣品，工作函數資料具有在20-100 meV範圍內之標準差，此與真實表面，亦即含有適度非均質性(諸如刮痕)之表面上的宏觀工作函數量測一致。在所有樣品中，表面經良好製備，亦即清潔且無指紋。表面由無絨棉紙進一步保護。作為比較，對於原始表面，標準差預期小於20 meV。

由於KP尖端為宏觀的(直徑2 mm)，故無法解析小於此尺寸之假影，亦即最小真實特徵為2 mm。

此等樣品之工作函數資料展示於下表1中。資料為在整個掃描區域(例如8×8 mm²)上之平均WF及標準差。此兩個值用以區分均質表面與顯示顯著假影之表面。工作函數資料經平滑處理。

作為比較，由金屬奈米結構形成、而無偶極表面層之導電膜(例如S1)之工作函數通常在4.5-4.7 eV之範圍內。如所示，與S1相比，S2-S3之工作函數增加約0.8-1.2 eV。另外，如低標準差所表明，指定導電膜上之工作函數分佈實質上均勻。

表 1

樣品	工作函數(eV)	標準差(eV)
S1	4.5-4.7	
S2	5.707	0.018
S3	5.540	0.085

上文所述之各種實施例可組合以提供其他實施例。本說明書中所提及及/或申請資料表中所列之所有美國專利、

美國專利申請公開案、美國專利申請案、外國專利、外國專利申請案及非專利公開案皆以全文引用之方式併入本文中。該等實施例之態樣必要時可加以修改，以採用各個專利、申請案及公開案之概念來提供其他實施例。

可根據上文之詳細描述對實施例進行此等及其他改變。一般而言，在以下申請專利範圍中，所用術語不應解釋為將申請專利範圍限於本說明書及申請專利範圍中所揭示之特定實施例，而是應解釋為包括所有可能實施例以及該等申請專利範圍所授權之等效物的完整範疇。因此，申請專利範圍不受揭示內容限制。

【圖式簡單說明】

圖1展示OLED之圖。

圖2展示OLED之能量圖。

圖3展示本發明之一實施例。

【主要元件符號說明】

10	OLED
20	透明基板
30	陽極
40	有機發射堆疊
50	陰極
60	電致發光化合物薄膜
70	電荷注入層
80	電荷注入層
100	奈米線

110	外 表 面 / 表 面
120	偶 極 配 位 體
130	表 面 偶 極 層

七、申請專利範圍：

1. 一種調整基於金屬奈米結構之導電膜之工作函數之方法，該方法包含：

提供複數個金屬奈米結構，各金屬奈米結構具有外表面；及

在該金屬奈米結構之該外表面上形成偶極表面層，其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體，及其中該等偶極配位體係以每平方公尺該等金屬奈米結構之表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。

2. 如請求項1之方法，其中在該金屬奈米結構之該外表面上形成該偶極表面層包括：

形成包含該複數個金屬奈米結構及該複數個偶極配位體之墨水組合物，及

將該墨水組合物塗佈於基板上以提供該導電膜。

3. 如請求項1或請求項2之方法，其中調整工作函數包括與無偶極表面層之金屬奈米結構之導電膜形式相比，使該工作函數增加約0.8-1.2 eV。
4. 如請求項1或請求項2之方法，其中該偶極配位體為極性分子。
5. 如請求項4之方法，其中該極性分子為界面活性劑。
6. 如請求項5之方法，其中該界面活性劑為陰離子性含氟界面活性劑。
7. 如請求項1或請求項2之方法，其中該偶極配位體為羧酸鋰陰離子性含氟界面活性劑。

8. 一種墨水組合物，其包含：

複數個金屬奈米線，及

複數個偶極配位體，其中該等偶極配位體係以每平方公尺該等金屬奈米結構之表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。

9. 如請求項8之墨水組合物，其中該偶極配位體係以每平方公尺該等金屬奈米結構之表面積約 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。

10. 如請求項8或請求項9之墨水組合物，其中該等金屬奈米結構為銀奈米線。

11. 如請求項8或請求項9之墨水組合物，其中該偶極配位體為陰離子性含氟界面活性劑。

12. 如請求項11之墨水組合物，其中該陰離子性含氟界面活性劑為羧酸鋰陰離子性含氟界面活性劑。

13. 如請求項8或請求項9之墨水組合物，其進一步包含：界面活性劑，其中該複數個金屬奈米線與該界面活性劑之重量比係在560:1至5:1之範圍內。

14. 如請求項8或請求項9之墨水組合物，其進一步包含黏度改質劑。

15. 如請求項14之墨水組合物，其中該黏度改質劑為羥丙基甲基纖維素(HPMC)。

16. 一種有機發光二極體(OLED)裝置，其包含：

陰極，

陽極，及

安置於該陰極與該陽極之間的有機發射堆疊，

其中該陽極包括複數個金屬奈米結構之導電膜，各金屬奈米結構具有外表面及安置於該外表面上之偶極表面層，且其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體，及其中該等偶極配位體係以每平方公尺該等金屬奈米結構之表面積約 10^{-6} 至 10^{-4} 莫耳存在。

17. 如請求項16之OLED裝置，其中該等偶極配位體係以每平方公尺該等金屬奈米結構之表面積 10^{-5} 至 10^{-4} 莫耳存在。

18. 如請求項16或請求項17之OLED裝置，其中該等偶極配位體為陰離子性界面活性劑。

19. 如請求項17之OLED裝置，其中該陽極具有5.2-5.7 eV之工作函數。

20. 一種調整基於金屬奈米結構之導電膜之工作函數之方法，該方法包含：

提供複數個金屬奈米結構，各金屬奈米結構具有外表面；及

在該金屬奈米結構之該外表面上形成偶極表面層，其中該偶極表面層包括複數個偶極配位體，及其中調整工作函數包括與無偶極表面層之金屬奈米結構之導電膜形式相比，使該工作函數增加約0.8-1.2 eV。

21. 如請求項20之方法，其中該偶極配位體為含氟界面活性劑。

22. 一種透明電極，其包含：

具有複數個金屬奈米結構之導電膜，各金屬奈米結構

具有外表面及安置於該外表面上之偶極表面層，其中該偶極表面層包含複數個偶極配位體及其中該透明電極具有 5.2-5.7 eV 之工作函數。

23. 一種有機發光二極體(OLED)裝置，其包含如請求項22之透明電極。

八、圖式：

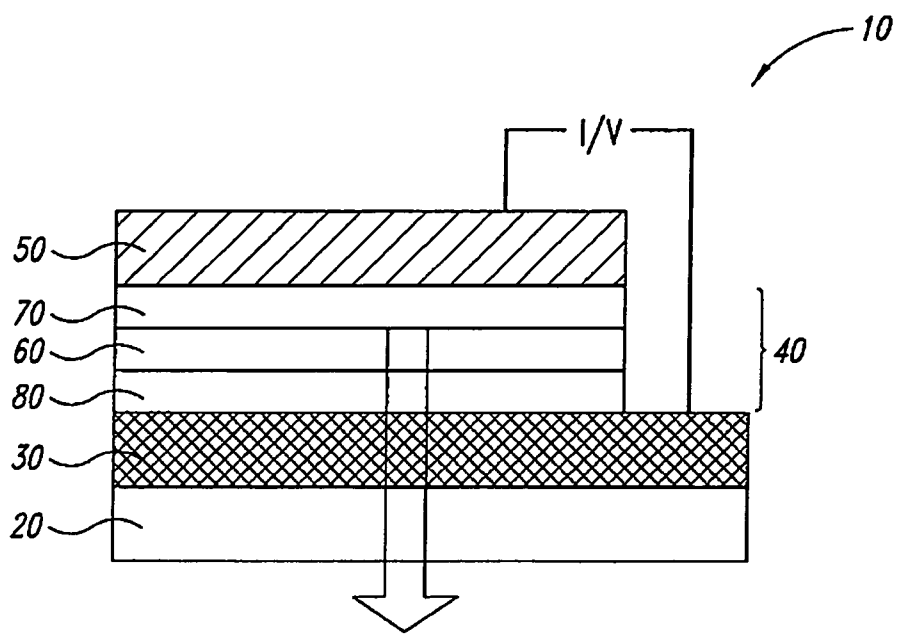


圖1

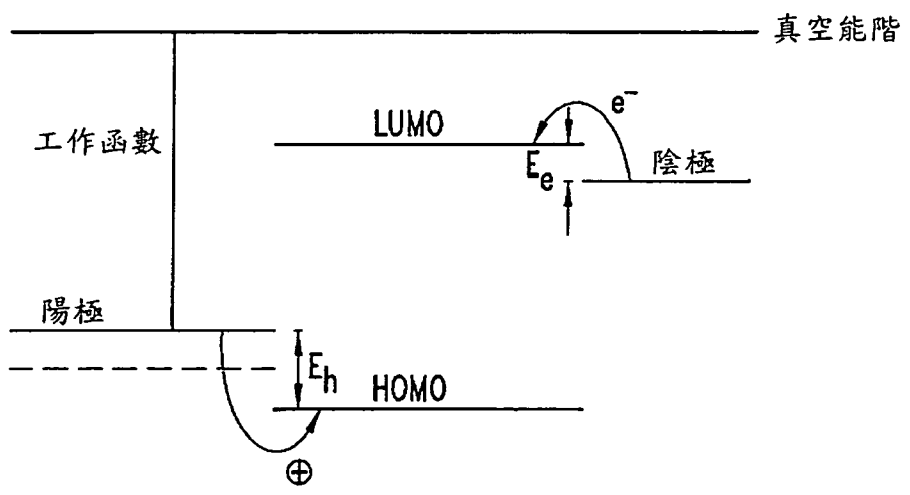


圖2

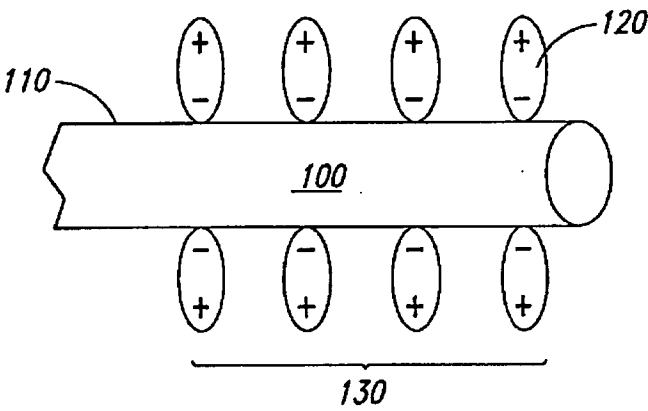


圖 3