



(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 I484210 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：098137026

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 30 日

(51)Int. Cl. : G02B1/10 (2006.01)

(30)優先權：2008/10/31 美國 12/262,393

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：拉曼斯祺 西爾吉 艾力克山卓維琪 LAMANSKY, SERGEY ALEKSANDROVICH (RU)；郝恩才 HAO, ENCAI (CN)；李 哈 珊 西 LE, HA THANH THI (US)；史戴蓋爾 大衛 布萊恩 STEGALL, DAVID BRIAN (US)；張俊穎 ZHANG, JUN-YING (GB)；王丁 WANG, DING (CN)；吳榮聖 WU, JUNG SHENG (TW)；盧禕 LU, YI (CN)；索森 詹姆士 優吉尼 THORSON, JAMES EUGENE (US)；史密斯 泰瑞 李 SMITH, TERRY LEE (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2005/0035346A1

US 2007/0114925A1

US 2007/0200496A1

審查人員：李瑋倫

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：13 共 49 頁

(54)名稱

具有高折射率回填層及保護層之光擷取膜

LIGHT EXTRACTION FILM WITH HIGH INDEX BACKFILL LAYER AND PASSIVATION LAYER

(57)摘要

本發明係關於用來增強光擷取之多功能光學膜，其包含撓性基材、結構化層、高折射率回填層、及可選保護層。該結構化層有效地使用微複製繞射或散射奈米結構，其位於距離光產生區域足夠近處以能自有機發光二極體(OLED)裝置擷取衰減波。該回填層含有折射率不同於該結構化層之折射率之材料。該回填層亦在該結構化層上提供平坦化層，以使光擷取膜與 OLED 顯示裝置層相符合。該膜可具有附加至發射面或納入其中之額外層，以便除改良光擷取效率外亦達成額外功能。

A multifunctional optical film for enhancing light extraction includes a flexible substrate, a structured layer, a high index backfill layer, and an optional passivation layer. The structured layer effectively uses microreplicated diffractive or scattering nanostructures located near enough to the light generation region to enable extraction of an evanescent wave from an organic light emitting diode (OLED) device. The backfill layer has a material having an index of refraction different from the index of refraction of the structured layer. The backfill layer also provides a planarizing layer over the structured layer in order to conform the light extraction film to a layer of an OLED display device. The film may have additional layers added to or incorporated within it to an emissive surface in order to effect additional functionalities beyond improvement of light extraction efficiency.

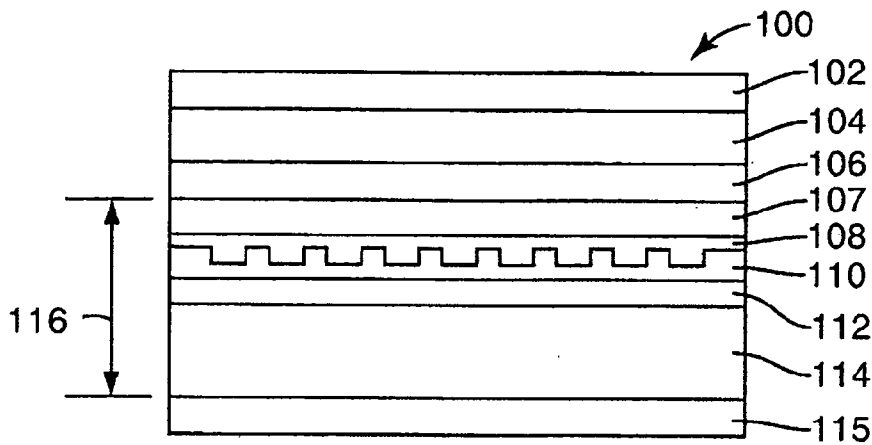


圖 1

- 100 . . . 底部發射 OLED 裝置
- 102 . . . 電極
- 104 . . . 有機層
- 106 . . . 電極
- 107 . . . 保護層
- 108 . . . 高折射率結構
- 110 . . . 低折射率結構
- 112 . . . 可選障壁層
- 114 . . . 基材
- 115 . . . 可選功能層
- 116 . . . 光擷取膜

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：98137026

※申請日：98.10.30

※IPC 分類：G02B 1/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有高折射率回填層及保護層之光擷取膜

LIGHT EXTRACTION FILM WITH HIGH INDEX BACKFILL LAYER

AND PASSIVATION LAYER

二、中文發明摘要：

本發明係關於用來增強光擷取之多功能光學膜，其包含撓性基材、結構化層、高折射率回填層、及可選保護層。該結構化層有效地使用微複製繞射或散射奈米結構，其位於距離光產生區域足夠近處以能自有機發光二極體(OLED)裝置擷取衰減波。該回填層含有折射率不同於該結構化層之折射率之材料。該回填層亦在該結構化層上提供平坦化層，以使光擷取膜與OLED顯示裝置層相符合。該膜可具有附加至發射面或納入其中之額外層，以便除改良光擷取效率外亦達成額外功能。

三、英文發明摘要：

A multifunctional optical film for enhancing light extraction includes a flexible substrate, a structured layer, a high index backfill layer, and an optional passivation layer. The structured layer effectively uses microreplicated diffractive or scattering nanostructures located near enough to the light generation region to enable extraction of an evanescent wave from an organic light emitting diode (OLED) device. The backfill layer has a material having an index of refraction different from the index of refraction of the structured layer. The backfill layer also provides a planarizing layer over the structured layer in order to conform the light extraction film to a layer of an OLED display device. The film may have additional layers added to or incorporated within it to an emissive surface in order to effect additional functionalities beyond improvement of light extraction efficiency.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	底部發射 OLED 裝置
102	電極
104	有機層
106	電極
107	保護層
108	高折射率結構
110	低折射率結構
112	可選障壁層
114	基材
115	可選功能層
116	光擷取膜

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：

【先前技術】

有機發光二極體(OLED)係新顯示及照明技術之基礎，其非常適合高解析度或高像素數高解析度顯示應用且適合有效、大面積、靈活的照明應用。OLED裝置包含電致發光有機材料之薄膜，其夾在陰極與陽極之間，其中該等電極中之一或兩個係透明導體。當在裝置兩端施加電壓時，電子及電洞自其各個電極注入並經由中間形成發射激子而在電致發光有機材料中重組。

在OLED裝置中，所產生的70%以上的光通常因裝置結構內之過程而損耗。光在較高折射率有機層及氧化銦錫(ITO)層與較低折射率基材層之間之介面處之捕獲係此較差擷取效率之主要原因。僅相對較少量的所發出光通過透明電極作為「有用」光出現。大部分光經歷內反射，此導致其自裝置邊緣散發或捕獲在裝置內且反覆經過數次後最後損耗吸收在裝置內。

業內已作出努力來改良OLED之內部量子效率(每個所注入電子所產生的光子數)，其係藉由諸如改變電荷注入或傳輸層等方法使用螢光染劑或磷光材料、或藉由使用多層結構來達成(參見，例如K.Meerholz, Adv.Funct.Materials, 第11卷，第4期，第251頁(2001))。光擷取效率(自結構射出之光子數對內部所產生之光子數)可受發射層自身外部之因素影響。

業內認為，底部發射OLED可由含有高折射率層(用於光

產生、載流子傳輸、注入或阻擋之有機層，且通常透明導電氧化層)之芯及低折射率基材材料(通常玻璃，但可係聚合物膜)組成。因此，該芯內所產生的光可遇到兩個高折射率至低折射率介面，其中其可經歷內反射。因遇到第一個介面而不能逃逸該芯之光受限於波導模式，而通過該介面但因在基材-空氣介面處之反射而不能自基材逃逸之光受限於基材模式。在頂部發射OLED中，因介面而出現類似的光學損耗。

業內已提出多種解決方案以藉由干擾該介面(例如，微型透鏡或粗化表面)來影響到達基材-空氣介面之光。其他方法係將散射元件引入基材中或引入黏著劑中(參見已出版之PCT申請案第WO 2002037580A1號(Chou))，從而阻斷基材模式以使離開裝置之光改向。業內甚至已作出了一些藉由在此介面處引入散射或繞射元件來干擾芯-基材介面的初步嘗試。詳細分析表明，當散射或繞射結構位於此介面處時，其對擷取光非常有效(M.Fujita等人，Jpn.J.Appl.Phys. 44 (6A)，第3669-77頁(2005))。當散射或繞射元件與回填材料之間之折射率對比(index contrast)較大且當折射率對比變量之長度規與光波長相當時，散射效率最大(參見，例如F.J.P.Schuermans等人，Science 284 (5411)，第141-143頁(1999))。

與該光擷取層接觸之無缺陷OLED裝置的製作需要光滑的平坦表面，因此光擷取膜之頂表面的平坦性尤為重要。然而，業內作出了一些工作使電極結構起皺以耦合離開

OLED之光(M.Fujita等人, Jpn.J.Appl.Phys. 44 (6A), 第3669-77頁(2005)); 對裝置電場所產生之影響預期具有有害影響。因此, 必須非常小心以免干擾此介面時不利地影響裝置之電作業。業內尚未提出實際的解決方案來平衡該等衝突問題。

無機發光二極體(LED)之內部效率存在類似問題, 其中活性材料之極高折射率可嚴重限制內部所產生光之擷取。在該等情況下, 業內已作出某些嘗試來使用光子晶體(PC)材料改良擷取效率(S.Fan, Phys.Rev.Letters第78卷, 第17期, 第3294頁(1997); H.Ichikawa, Appl.Phys.Letters第84卷, 第457頁(2004))。儘管業內已開始出現與OLED效率改良有關使用PC之類似報導(M.Fujita, Appl.Phys.Letters, 第85卷, 第5769頁(2004); Y.Lee, Appl.Phys.Letters, 第82卷, 第3779頁(2003)), 但先前所報告之結果已涵蓋耗時及高成本程序, 此不能將其自身納入現有OLED製作過程中。

因此, 業內需求可增強光自OLED裝置擷取且其形式與該等裝置之製作過程相適合之產品。

【發明內容】

根據本發明, 用來增強光擷取之多功能光學膜包含撓性基材、結構化層、及回填層。擷取元件之結構化層具有第一折射率, 且當光學膜抵靠自發光光源定位時, 擷取元件之大部分與自發光光源之發光區域光學連通。回填層含有具有不同於第一折射率之第二折射率之材料, 且結構化層

與回填層之折射率間的差大於或等於0.3。回填層在撷取元件上亦形成平坦化層。該膜可視情況具有保護層，其毗鄰結構化層對置側上之回填層定位。

根據本發明，製備用來增強光撷取之多功能光學膜之方法包含將具有第一折射率之材料層塗佈至撓性基材上。將奈米結構化特徵賦予有機材料中以產生奈米結構化表面。固化具有奈米結構化特徵之有機材料。隨後，將回填層施加至奈米結構化表面以在該奈米結構化表面上形成平坦化層。回填層包括具有不同於第一折射率之第二折射率之材料，且

奈米結構化特徵層與回填層之折射率間的差大於或等於0.3。該方法可視情況包含在將回填層施加在奈米結構化表面上之後，於其上施加保護層。

【實施方式】

各實施例包含用聚合物複製製程、奈米粒子之直接沈積或製備用於OLED裝置之光撷取膜之其他製程形成光撷取奈米結構、或其他奈米結構之方法。多功能膜產品除能增強光撷取外亦可提供額外用途，例如基材、囊封劑、障壁層、濾光器、偏光器、或顏色轉換器，且可在OLED裝置製造期間或之後使用。膜構造係基於光子晶體結構或其他奈米結構，以藉由改變裝置內高折射率與低折射率層之間之介面來改良光自裝置撷取之效率。

本發明元件包含提供尺寸相當於或小於受控之光波長之結構，提供具有對比折射率之材料，該材料用來填充結構

周圍的區域以及使結構平坦化以便呈現基本上光滑的表面而與OLED結構接觸，且該折射率對比奈米結構化層之位置與發光區域之距離應足夠小以便有效地擷取以其他方式捕獲在該區域中之光。用高折射率材料所獲得之平坦化應足以確保採用及未採用光擷取膜所製作之OLED裝置類似的電流-電壓特性。

自高折射率材料入射至具有較低折射率介質之介面上之光對於全部大於臨界角 θ_c (其由 $\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ 定義，其中 n_1 及 n_2 分別係高折射率與低折射率區域的折射率)之入射角皆將經歷全內反射(TIR)。與由TIR所反射之該光有關的電磁場以衰減駐波延伸至較低折射率區域中，但該場之強度隨離開介面之距離呈指數減小。位於該衰減區內之吸收或散射實體(厚度通常為約一個波長)可干擾TIR並使光通過介面。因此，若奈米結構化折射率對比層藉由散射或繞射極為有效地自發射區域擷取光，則其較佳地位於衰減區內。或者，當光學膜抵靠自發光光源定位時，奈米結構化折射率對比層僅需與自發光光源之發光區域光學連通。術語「光學連通」意指由光源所產生之光場的重要或相當大部分能到達散射粒子或奈米結構。

可將複製標準工具製作為在逐漸增大的區域內具有所需平均周波為200奈米(nm)-2000nm的用於光擷取之規則或無規結構。將該工具加工能力與微複製製程(例如連續澆鑄及固化(3C))組合能在膜基材表面上形成光子晶體結構或其他奈米結構。3C製程之實例闡述於以下專利案中，其全部

皆以引用方式併入本文中：美國專利第4,374,077號；第4,576,850號；第5,175,030號；第5,271,968號；第5,558,740號；及第5,995,690號。

術語「奈米結構」係指至少一種尺寸(例如，高度、長度、寬度、或直徑)小於2微米且更佳地小於1微米之結構。奈米結構包含(但未必限於)粒子及所構造特徵。該等粒子及所構造特徵可具有(例如)規則或不規則形狀。此等粒子亦被稱為奈米粒子。

術語「奈米結構化」係指具有奈米結構之材料或層。

術語「光子晶體結構」係指散佈有具有足夠不同折射率之材料之週期或準週期光學奈米結構，此將能使結構在材料之容許電磁模式的光譜中產生間隙。

術語「率」係指折射率。

術語「回填」係指納入結構中且具有不同於該結構之折射率以填充結構中之空隙並平面化該結構之材料。

術語「擷取元件」係指增強光從自發光光源之擷取之任一類型及排列的奈米結構。較佳地，擷取元件不限於體積分佈。

底部發射OLED顯示裝置

圖1繪示底部發射OLED裝置100的結構，其中膜基材上具有光擷取膜。底部發射OLED裝置定義為穿過基材發光之OLED裝置。表1闡述裝置100之例示性元件及彼等元件之排列，如藉由圖1中所提供之參考編號所標識。可將裝置100之各層塗佈在下伏層上或以其他方式施加至下伏

層。

表1-採用光擷取膜之底部發射OLED裝置

參考編號	元件類型
102	電極1
104	有機層
106	電極2
107	保護層
108	高折射率結構
110	低折射率結構
112	可選障壁層
114	基材
115	可選功能層
116	光擷取膜

基材 114 係由對期望發射波長實質上透明(透射)之材料組成，其為裝置提供足夠的機械支撐及熱穩定性。基材 114 較佳地包括撓性材料。基材材料之實例包含下列：玻璃；撓性玻璃；聚對苯二甲酸乙二酯(「PET」)；聚萘二甲酸乙二酯(「PEN」)；或其他半透明或透明材料。基材 114 視情況亦可用作障壁層。同樣，基材 114 可視情況含有染劑或粒子，且其可經受拉幅或包含柱狀結構。

可選障壁層 112 有效地阻擋或幫助阻止氧及水滲透至該裝置之各層，尤其有機層。障壁層之實例闡述於美國專利申請公開案第 2006/0063015 號(闡述氧化硼層與無機障壁層)及第 2007/0020451 號(闡述類金剛石玻璃(DLG)及類金剛石炭(DLC))中，其二者皆以引用方式併入本文中。

電極 102 及 106 可用(例如)透明導電氧化物(TCO)(例如氧化銦錫(ITO))或具有適於注入電荷載流子之功函數之金屬(例如鈣、鋁、金或銀)來構建。

有機層 104 可用任一有機電致發光材料(例如發光聚合

物)構建，其實例闡述於美國專利第6,605,483號中，該專利案以引用方式併入本文中。其他適宜發光材料之實例包含蒸發的小分子材料、發光樹枝狀聚合物、分子摻雜聚合物、及發光電化學電池。

在該實施例中，光擷取膜116係由基材114、可選障壁層112、低折射率結構110、及高折射率結構108組成。高折射率結構使用回填介質以有效地在低折射率結構上提供平坦化層以使光擷取膜充分平坦，從而容許OLED製作。或者，回填層可具有其他光學性能。同樣，回填層材料可用作濕氣及氧之障壁或除具有障壁性能外亦可提供電導性，視所使用材料之類型而定。回填層或者可用光學清澈黏著劑構建，例如，在該情況下可將擷取膜施加至頂部發射OLED裝置。

在某些實施例中，回填層可用具有極高折射率(RI)塗層($RI > 1.8$)之組合物構建且其作為平坦化回填材料適用於基於折射率-對比之OLED光擷取奈米結構化膜。藉助高折射率回填層，結構化層(或奈米粒子)之折射率與回填層之折射率間的差較佳地大於或等於0.3。藉助此折射率之差，結構化層(或奈米粒子)較佳地具有小於或等於1.5之折射率。

已證實，本發明說明書中所闡述之該等高折射率回填組合物可使自OLED裝置輸出之光加倍。該等實施例可提供以下特徵，例如：有效的基於內部奈米結構之光擷取膜用於高解析度OLED顯示器；有效的基於內部奈米結構之光

撷取膜用於 OLED 照明裝置；及低成本輥壓製作 (roll-to-roll fabrication) 基於奈米結構之光撷取膜用於 OLED 顯示器及照明。

低折射率結構 110 含有折射率基本上與下伏層、通常基材相稱之材料。低折射率結構 110 係由奈米結構化層組成，其光學奈米結構 (包含光子晶體結構) 可具有週期、準週期、或隨機分佈或圖案。其可包含離散奈米粒子。奈米粒子可由有機材料或其他材料組成，且其可具有任一粒子形狀。奈米粒子或者可用多孔粒子構建。奈米結構之分佈亦可具有不同的間距及特徵尺寸。撷取元件或奈米結構之至少一部分較佳地與撓性基材接觸，且撷取元件在其下方可具有空隙。奈米粒子層可用呈單層之奈米粒子或用具有聚結奈米粒子之層構建。

藉助約為有機層衰減波波長之奈米結構厚度可使得衰減波耦合至奈米結構以自裝置撷取額外光。當光撷取膜毗鄰自發光光源之發光區域時，較佳地出現該耦合。當回填層具有比結構化層低的折射率時，則該回填層較佳地具有實質上等於撷取元件之厚度。當回填層具有比結構化層高的折射率時，則該回填層可比撷取元件厚，前提條件係其仍可與衰減波相互作用。在任一情況下，結構化層及回填層較佳地與光輸出表面充分接近，以至少部分地達成光自該表面撷取。

層 110 中之奈米結構化特徵可使用用於複製亞微米特徵之任何印刷技術來製作，例如下列技術：壓印；模壓；奈

米壓印；熱-或光-奈米壓印微影；注入模製；或奈米轉印。用來製作擷取元件之另一技術闡述於美國專利第6,217,984號之實例18中，該案以引用方式併入本文中。

高折射率結構108係為毗鄰低折射率奈米結構化層提供折射率對比且為其提供有效平坦化層之高折射率材料。在發射波長下奈米結構化層110與回填介質108間之折射率錯配被稱為 Δn ，且通常較大的 Δn 值提供良好的光擷取。 Δn 值較佳地大於或等於0.3、0.4、0.5、或1.0。擷取元件與回填介質之間之任一折射率錯配皆將提供光擷取；然而，較大的錯配往往提供較大的光擷取且因而較佳。用於回填介質108之適宜材料的實例包含下列：高折射率無機材料；高折射率有機材料；奈米粒子填充的聚合物材料；氮化矽；填充有高折射率無機材料之聚合物；及高折射率共軛聚合物。高折射率聚合物及單體之實例闡述於C.Yang等人，Chem.Mater. 7, 1276 (1995)及R.Burzynski等人，Polymer 31, 627 (1990)及美國專利第6,005,137號中，其全部皆以引用方式併入本文中。填充有高折射率無機材料之聚合物之實例闡述於美國專利第6,329,058號中，該案以引用方式併入本文中。用於奈米粒子填充的聚合物材料之奈米粒子之實例包含下列高折射率材料： TiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、或其他無機材料。回填層可使用(例如)下列方法中之一種施加以形成平坦化層：液體塗佈；蒸氣塗佈；粉末塗佈；層壓；浸塗；或輥壓塗佈。

保護層107可為納入光擷取膜之OLED提供老化穩定性。

保護層 107 可用氮化矽薄層(例如 60 奈米厚層)構建於高折射率聚合物回填層頂部上，如圖 1 中所示。當 OLED 發射層與基於奈米粒子之高折射率回填層直接接觸時，保護層克服了所觀察之降格過程。保護層係在奈米結構化光擷取膜中之高折射率回填層與 OLED 電極材料(例如氧化銦錫(ITO))之間的介面處納入。據信，保護層明顯降低了回填/ITO 介面處出現的衰減過程，從而改良整個 OLED 裝置穩定性。保護層 107 可用(例如)具有低滲透率之光學透明高折射率材料構建，例如下列材料： Si_3N_4 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、以及其矽酸鹽、及諸如此類。

可藉由在構造上沈積具有高折射率、高透明度及低薄片電阻率之透明導體(例如 ITO($n \approx 1.9-2.1$))以用作 OLED 裝置之陽極而為該構造附加功能。若 ITO 可填充結構且形成光滑層而不會對光學或電性能產生不利影響，則該層甚至可用作該結構之回填層。或者，回填及弄光滑後，可交替沈積金屬層及有機層以形成透明導電重迭層，其方式如美國專利申請公開案第 2004/0033369 號中所述，該案以引用方式併入本文中。

藉由使用光子準晶體結構可使光子晶體結構或奈米結構之擷取器模式獲得額外的操作靈活性。該等準晶體結構係使用拼接規則來設計；其既不具有真實週期性亦不具有平移對稱性，但具有準週期性及長程有序性及取向對稱性，其實例闡述於下列參考文獻中，其以引用方式併入本文中：B. Zhang 等人之「Effects of the Artificial Ga-Nitride/

Air Periodic Nanostructures on Current Injected GaN-Based Light Emitters,」 Phys.Stat.Sol.(c) 2(7), 2858-61 (2005)。

光子準晶體結構對所有傳播方向皆可能提供質能隙，且其呈現獨特的光散射特性。具體而言，準光子晶體結構之該等圖案可消除由習用光子晶體結構之規則性所產生之假像，且其可用來修正獨特的光發射曲線且當與寬頻 OLED 發射器一起工作時可消除不期望的色效應。光子晶體結構闡述於以下專利案中，其全部皆以引用方式併入本文中：美國專利第 6,640,034 號；第 6,901,194 號；第 6,778,746 號；第 6,888,994 號；第 6,775,448 號；及第 6,959,127 號。

各實施例可涵蓋將繞射或散射奈米結構納入膜產品，此可在(例如)生產線(web line)上使聚合物膜或超障壁塗佈膜基材餵送至 3C 複製製程並隨後沈積高折射率回填介質而連續產生。將繞射或散射奈米粒子納入膜中之替代方式包含對粒子分散液實施溶液塗佈。該膜可經設計以直接用作底部發射 OLED 製作於上面之基材，以能產生除增強光擷取外可具有多種用途之膜。

藉由在提供良好濕氣及氧障壁性能之可選超障壁膜上形成擷取結構可將額外功能納入光擷取膜產品中。超障壁膜包含(例如)藉由以下所製備之多層膜：在玻璃或其他適宜基材上按序真空沈積多層兩種無機介電材料，或無機材料與有機聚合物之交替層，如美國專利第 5,440,446 號、第 5,877,895 號及第 6,010,751 號中所述，其全部皆以引用方式併入本文中。

亦可將各材料納入膜中以經由散射來增強光擷取或對光實施過濾、色移或偏振。最後，可將表面塗層或結構(例如，功能層115)施加至光擷取膜之空氣表面以進一步增加光擷取膜之功能及可能的價值。此等表面塗層可具有(例如)光學、機械、化學、或電功能。此等塗層或結構之實例包含彼等具有以下功能或性能者：防霧；防靜電；防眩；抗反射；抗磨損(抗劃痕)；抗污；疏水；親水；增黏；折射元件；濾色；濾紫外線(UV)；光譜過濾；色移；改變色彩；改變偏振(線性或圓形)；光改向；漫射；或旋光性。欲施加至空氣表面之其他可能層包含障壁層或透明導電材料。

頂部發射OLED顯示裝置

圖2繪示頂部發射OLED裝置120之結構，其中膜基材上具有光擷取膜。表2闡述裝置120之例示性元件及彼等元件之排列，如藉由圖2中所提供之參考編號所標識。該裝置之各層皆可塗佈在下伏層上或以其他方式施加至下伏層。圖1及2中所示之組態僅出於闡釋目的而提供，且亦可存在底部發射及頂部發射OLED顯示裝置之其他組態。

表2-採用光擷取膜之頂部發射OLED裝置

參考編號	元件類型
121	可選功能層
122	基材1
124	可選障壁層
126	低折射率結構
128	高折射率結構
129	保護層
130	光學耦合層
132	電極1

134	可選薄膜囊封層
136	有機層
138	電極2
140	基材2
142	光擷取膜

在該實施例中，光擷取膜142由基材122、可選障壁層124、低折射率結構126、及高折射率結構128組成。低折射率結構126及高折射率結構128可用上述例示性材料及構造構建，且高折射率結構128較佳地係高折射率回填材料，如上所述。層128及130可視情況用單層構建。基材122及140、可選障壁層124、電極132及138、有機層136、及保護層129可用上文所確定之例示性材料構建。

可選薄膜囊封劑134可用(例如)用來保護有機層防止濕氣及氧之任一適宜材料構建。OLED裝置之囊封劑實例闡述於美國專利第5,952,778號及美國專利申請案第11/424997號(2006年6月19日提出申請)中，其二者皆以引用方式併入本文中。

OLED裝置、尤其如圖2中所示之頂部發射OLED裝置視情況藉由將薄膜囊封劑沈積在通常半透明電極上來完成。該OLED裝置之構造提供益處；具體而言在裝置製作完成後其產生臨界高折射率裝置-空氣介面，從而能使層壓過程應用於光擷取膜。對於頂部發射OLED裝置而言，各實施例皆包含如上所述用於底部發射OLED裝置之光擷取膜。或者，當該膜與適宜高折射率黏著劑組合用作光學層130以使OLED裝置光學耦合至光擷取層時，其可經設計成為頂部發射OLED結構上之覆蓋層。囊封材料自身可用作

折射率對比材料，其回填奈米結構以形成光擷取層。

OLED固態照明元件

頂部發射OLED裝置120或底部發射OLED裝置100亦可用來構建OLED固態照明元件。除上文所確定基材外，用於頂部發射OLED固態照明裝置中之基材(包含撓性金屬箔)的實例闡述於下列文件中，其全部皆以引用方式併入本文中：D.U. Jin等人之「5.6-inch Flexible Full Color Top Emission AMOLED Display on Stainless Steel Foil,」SID 06 DIGEST，第1855-1857頁(2006)；及A. Chwang等人之「Full Color 100 dpi AMOLED Displays on Flexible Stainless Steel Substrates,」SID 06 DIGEST，第1858-1861頁(2006)。

圖3係繪示裝置220之圖示，其具有使用於固態照明裝置中的空間調製OLED裝置。裝置220包含基材222，其支撐複數個OLED裝置223、224、225、及226，其每一者皆可與上文針對底部或頂部發射OLED顯示裝置所述之結構相對應。OLED裝置223-226中每一者皆可如藉由線228及230所示單獨控制，該等線可為裝置223-226中之陽極及陰極提供電連接。裝置220可包含任一數量的OLED裝置223-226與電連接，且基材222可按比例縮放以容納之。經由連接228及230，裝置223-226之單獨控制可提供其空間調製，以使其單獨地或分組以特定序列或圖案發光。裝置220可用於(例如)剛性或撓性基材222上之固態照明中。

OLED背光單元

圖 4 係採用光擷取膜之頂部發射 OLED 背光單元 180 的圖示。表 3 闡述背光單元 180 之例示性元件及彼等元件之排列，如藉由圖 4 中所提供之參考編號所標識。背光單元 180 之各層皆可塗佈在下伏層上或以其他方式施加至下伏層。或者，底部發射 OLED 亦可用於背光單元。

參考編號	元件類型
182	偏光器
184	可選稜鏡層
186	可選不對稱反射膜
188	可選漫射體
189	基材1
190	低折射率結構
192	高折射率結構
194	光學耦合層
195	可選薄膜囊封層
197	電極1
200	有機層
202	電極2
204	基材2
206	輔助光學膜
208	光擷取膜

在該實施例中，光擷取膜 208 由可選稜鏡層 184、可選漫射體 188、低折射率結構 190、及高折射率結構 192 組成。低折射率結構 190 及高折射率結構 192 可用上述例示性材料及構造構建。該實施例之其他元件(如表 3 中所提供)可用上文所確定之例示性材料構建。層 192 及 194 或者可用單層構建。

圖 5 係繪示作為 LCD 面板 240 之液晶顯示器 (LCD) 背光單元 242 所使用之 OLED 裝置的圖示。背光單元 242 可與結構 180 相對應。背光單元 242 或者可用圖 3 中所示之空間調製

的光板構建。LCD面板240通常包含除背光及驅動電子器件外的整個LCD裝置。舉例而言，LCD面板240通常包含背板(子像素電極)、前後支撐板、液晶層、濾色層、偏振濾光片、及可能其他類型的膜。使用OLED裝置作為背光可為LCD提供薄、低能量背光。LCD面板組件及背光單元之實例闡述於美國專利第6,857,759號中，該案以引用方式併入本文中。

高折射率/低折射率區域及表面組態

圖6-8係展示擷取元件之可能空間組態的圖示。圖6繪示低折射率結構250(具有規則的奈米結構圖案)，與高折射率結構251(在奈米結構上提供平坦化層)。結構250及251位於低折射率基材246與OLED裝置區域247之間。圖7繪示低折射率結構252(具有不規則的奈米結構圖案)與高折射率結構253(在奈米結構上提供平坦化層)。結構252及253位於低折射率基材248與OLED裝置區域249之間。在圖6及7中，低及高折射率結構皆位於基材與OLED裝置(發光)區域之間。

圖8繪示高折射率回填區域256內之低折射率擷取元件257與提供平坦化層之高折射率區域256。擷取元件257及回填256位於低折射率基材261與OLED裝置區域262之間。在圖8中所示實施例中，擷取元件集中在衰減區。圖6-8中所示之各層繪示上述低折射率及高折射率結構之圖案及介面。

圖9-13係展示擷取元件之可能表面組態的俯視圖。圖9

及10繪示具有規則週期陣列之擷取元件。圖11繪示隨機分佈之擷取元件。圖12繪示擷取元件之圖案化區域。具體而言，圖12繪示可能以規則圖案264或不規則圖案265散佈在不同特徵分佈263內之特徵部分。規則或不規則圖案264及265分別連同不同分佈263各自皆可具有擷取元件之週期、準週期、或隨機分佈。此等圖案區域可用來優化特定波長光在彼等區域之擷取，例如與紅光、綠光、及藍光相對應之波長。在此情況下，擷取區域可相互對應且對準包括顯示裝置像素之紅光、綠光、及藍光區域，且各擷取區域各自可經優化以自相應紅光、綠光、及藍光區域擷取光。圖13繪示擷取元件之準晶體(拼接圖案)。

用來製備擷取元件之技術實例闡述於2006年11月6日提出申請之美國專利申請案第11/556719號，該案以引用方式併入本文中。圖9-13繪示上述奈米結構或其他擷取元件之可能的表面組態與在奈米結構上提供平坦化層之回填介質。

其他技術可包含使用微影或干涉微影以暴露沈積在撓性聚合物網上之光敏聚合物中的奈米級區域。暴露及顯影步驟後，殘餘光敏聚合物隨後界定奈米結構化表面。或者，該奈米結構化光敏聚合物表面可在蝕刻製程中作為蝕刻遮罩用來暴露表面。該蝕刻技術將奈米級圖案轉移至下伏聚合物網之表面中或轉移至較硬材料層(例如氧化矽)中，在微影步驟之前該等已沈積在聚合物網上。隨後以該等方式中任一種所界定之奈米級表面可用折射率對比介質回填以

形成光散射或繞射層。

用於光擷取之奈米粒子的分佈

該實施例使用折射率對比膜與隨機分佈的高折射率奈米結構增強光自 OLED 之擷取，此係藉由將奈米粒子(例如，ITO、氮化矽(Si_3N_4 ，本文稱為 SiN)、 CaO 、 Sb_2O_3 、ATO、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 In_2O_3 、 Sn_2O_3 、AlN、GaN、TiN、或任何其他高折射率材料)塗佈在 OLED 製作或囊封中所使用之基材上、且隨後將低折射率塗層(例如 SiO_2 、 Al_2O_3 、DLG、DLC、或聚合材料)施加在奈米粒子上以提供散射或繞射效率所需之折射率對比並使表面平坦化而產生。隨機分佈的奈米結構可與基材接觸、貼近基材、集中在一起位於若干處、或以任何無規組態貼近基材。潛在地提供類似效能之反向構造可包括隨機分佈的低折射率奈米粒子或奈米結構(例如 SiO_2 、多孔 SiO_2 、硼矽酸鹽(BK)、 Al_2O_3 、 MgF_2 、CaF、LiF、DLG、DLC、聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)、聚碳酸酯、PET、低折射率聚合物、或任何其他低折射率材料)與對比高折射率填充材料(例如氣體沈積的 Si_3N_4 或溶劑塗佈的粒子填充的聚合物或高折射率聚合物)。

諸如旋塗、浸塗及刀塗之塗佈製程可用來將奈米粒子分佈在表面上，且可使用類似製程來塗佈回填/平坦化層。此等技術之使用應使製程簡單、易於按比例製造且適合經由網線或輥壓製程納入所製造之膜產品中。

一種特定方法包含將具有第一折射率之奈米粒子施加至

撓性基材上且將回填層外塗佈至奈米粒子上以在其上形成平坦化層。回填層包括具有不同於第一折射率之第二折射率之材料。較佳地，當光學膜抵靠自發光光源定位時，大部分奈米粒子位於與自發光光源之發光區域毗鄰之衰減區內。舉例而言，大部分奈米粒子可與位於衰減區內之基材接觸，但在某些實施例中衰減區中的大部分奈米粒子未必與基材接觸。

施加奈米粒子可包含將分散於溶劑中之奈米粒子塗佈至撓性基材上並將溶劑蒸發掉，然後外塗佈回填層。施加奈米粒子亦可包含將其以乾燥形式施加至撓性基材且隨後用回填層外塗佈之。該方法之替代方法包含使用帶有釋放劑之基材，其中將粒子施加至帶有釋放劑之基材，將帶有粒子之基材施加至裝置基材且該等粒子與之接觸，且隨後釋放基材以將粒子轉移至裝置基材。

複製方法

一種用來形成具有奈米結構之標準工具的解決方案包含使用干涉微影。使用該方法可快速地寫下小至100奈米-150奈米之規則週期特徵。益處係能在較大面積上寫下該等圖案，此可使得該製程更易於製造。

用於複製圖案之標準工具的產生可包含下列。基材經光阻劑之重迭層塗佈且隨後用一或多個UV干涉圖案照射以便以規則圖案及期望的特徵尺寸暴露抗蝕劑。隨後抗蝕劑之顯影留下電洞或柱陣列。隨後該圖案可經由蝕刻製程轉移至下伏基材中。若基材材料不適合用作複製工具，則可

使用標準電成型製程來製備金屬工具。該金屬複製品隨後可成為標準工具。

另一方法包含形成具有隨機分佈的奈米結構之標準工具。製備包括具有適當尺寸之奈米粒子及適當表面修飾劑以防止聚結之溶液。一般而言，製備此等溶液之方法係特別針對欲分散之特定奈米粒子而言的；通用方法在別處亦有所闡述，包含美國專利第 6,936,100 號及 Molecular Crystals and Liquid Crystals, 444 (2006) 247-255，該兩案皆以引用方式併入本文中。隨後，使用包含刀塗、浸塗、或噴塗在內之多種溶劑塗佈技術中的一種將該溶液塗佈至撓性基材上。使用諸如電漿蝕刻等方法可能需要預處理基材以確保溶液塗佈之均勻性。溶劑蒸發後，奈米粒子應以在顯微鏡下隨機但宏觀上均勻之方式分佈。如上述均一工具製作製程之情況，隨後該圖案可經由蝕刻或模壓製程轉移至下伏基材材料，或者可使用標準電成型製程來製備金屬工具。

在該等情況之任一種下，若已產生扁平標準工具，則隨後其或其複製品可拼接在一起以形成較大的工具，如以引用方式併入本文中之美國專利第 6,322,652 號中所述，或者可形成圓柱形工具以與輥壓複製製程相適應。

標準工具產生後，結構至聚合物中之複製可使用包含 3C 製程在內之多種複製製程中的一種來實施。用於該複製之基材可係與所選複製製程相適應之任一聚合物薄片；其可已經如上所述超障壁膜塗佈。隨後，在下游以(例如)可沈

積高折射率材料(例如 SiN 或 ITO)之化學蒸氣沈積(CVD)或濺射製程實施回填，此能填充結構且隨後弄平成為光滑層。若使用 SiN，則其後可係 ITO 沈積製程(若需要導電上層)。或者，在下游可以溶劑塗佈製程使用適宜材料實施回填。

實例

實例 1-5 之化學品

Solplus® D510 及 D520 係得自 Lubrizol, Cleveland, OH 之聚合分散劑。

VP Aeroperl P25/20 係得自 Evonik Degussa 公司，Theodore, AL 之二氧化鈦微粒。

γ -(聚環氧烷)丙基三甲氧基矽烷係作為 Silquest A1230 購自 Momentive Performance Materials 公司，Friendly, West Virginia。

Irgacure 184 光引發劑 1-羥基-環己基-苯基-酮係得自 Ciba Specialty Chemicals, Tarrytown, NY。

NTB-1 係 pH 分別在 4 及 7~9 之 15 重量% 含水板鈦礦二氧化鈦溶膠，其係自 Showa Denko 公司，Japan 購得。

二異戊四醇五丙烯酸酯(SR399)及乙氧化(4)雙酚 A 二丙烯酸酯(SR601)係得自 Sartomer 公司，Exton, PA。OLED 材料 Alq 係得自 Sensient Imaging Technologies GmbH (Germany)

實例 1-5 之測試方法

折射率量測：使用 Metricon MODEL 2010 稜鏡耦合器 (Metricon Corporation 公司，Pennington, NJ) 在 632.8 奈米

下量測光學塗層之折射率。使欲量測之光學塗層與Rutile稜鏡之基底接觸，留下約0.1微米之空隙。來自雷射儀之光束進入稜鏡並照到稜鏡基底。因而，光在稜鏡基底處全部反射至光檢測器上。全反射在空隙中僅留下衰減場。經由該等衰減場，來自稜鏡之光波耦合至波導中。稜鏡、樣品及光檢測器皆安置在轉臺上，以便可相應地改變雷射束之入射角。當滿足以下相位匹配條件時，耦合最強：

$$\beta_m = k_o n_p \sin(\theta_m)$$

其中 β_m 係傳播常數， $k_o = \omega/c$ ， n_p 係稜鏡折射率且 m 係耦合角。

在某些入射角下，在對應於引導模式激發之光譜中出現尖銳的反射傾角。此特徵被稱為暗模式線譜且傾角被稱為「暗」 m -線。在 β_m ，由於光耦合至波導中，從而使得在稜鏡基底處缺少反射光，因此形成暗模式線譜。自 β_m 之位置，可測定導模有效折射率、波導厚度及折射率 n 。

為實例1-5製備基於 ZrO_2 之高折射率硬塗層(ZrO_2 -HIHC)

ZrO_2 -HIHC係根據美國專利申請公開案第2006/0147674號及PCT申請公開案第2007/146686號中所闡述之程序來製備。簡言之，將274克2-丁酮、47.05克SR399、47.05克SR601、及16.1克Irgacure 184添加至2升琥珀色瓶中。振盪混合物直至均勻為止。將735.1克 ZrO_2 -SM(59.2%固體存於2-甲氧基-1-丙醇中)緩慢添加至混合物中並輕輕混合直至均勻為止。此獲得含45重量%固體之組合物。藉助0.5微米過濾器過濾最終混合物。

隨後，使用 10 號鋼絲纏繞棒（得自 RD Specialties, Webster, NY）將 HIC 溶液施加在 PET 膜頂部。隨後，將所得膜在烘箱中於 85°C 下乾燥 1~2 分鐘，隨後使用配備有 H-bulb 之 Fusion UV-Systems 公司 Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland) 處理器固化，該處理器係在氮氣氮下於 100% 燈功率下在 30 英尺/分鐘之線速下操作（1 個行程）。使用 Metricon 稜鏡耦合器量測所得透明塗層之反射率為 1.689。

為實例 1-5 製備 50 奈米 TiO₂ 奈米粒子分散液

TiO₂ 奈米粒子分散液由 P25/20 二氧化鈦粉末、Solplus® D510、D520、及 1-甲氧基-2-丙醇組成，其中固體為 53 重量%。以二氧化鈦重量計，分散劑之添加量為 25 重量%。首先藉由 BYK-Gardner Dispermat 實驗室溶解器將分散液混合 10 分鐘；隨後使用 Netzsch MiniCer 介質磨機及 0.2 毫米 Torayceram 鈮穩定的研磨介質以 250 毫升/分鐘分散液循環速率分散。研磨 4 小時後，獲得存於 1-甲氧基-2-丙醇中之白膏糊狀 TiO₂ 分散液。使用 Malvern Instruments Zetasizer Nano ZS 量測粒徑為 50 奈米（粒徑以諧振強度-平均粒子直徑所示，如 ISO13321 中所定義）

為實例 1-5 製備 10 奈米 TiO₂ 奈米粒子分散液

將 42.8 克二氧化鈦溶膠之含水分散液（NTB-01，15 重量% 固體，pH=4）添加至 250 毫升三-頸燒瓶中；在快速攪動下添加另外 15 克水及 45 克 1-甲氧基-2-丙醇。緩慢添加 1.432 克 Silquest A-174 及 0.318 克 Silquest A1230 存於 5 克 1-甲氧

基-2-丙醇中之混合物。將混合物在快速攪動下加熱至80℃並保持16小時。使用旋轉蒸發器去除大部分溶劑。將所得白色/灰白色狀材料稀釋在1-甲氧基-2-丙醇/MEK之1:1混合物中。溶液變得更半透明清澈，且隨後使用旋轉蒸發器進一步去除溶劑以得到含47重量%固體之半透明穩定的奈米粒子分散液。

實例1：使用50奈米TiO₂及ZrO₂奈米粒子製備極高RI塗層

在玻璃瓶中，將如上所製備之4.5克ZrO₂ HIHC、6.78克50奈米TiO₂分散液、14.4克2-丁酮、9.6克1-甲氧基-2-丙醇混合在一起。攪動混合物以形成均勻的白色溶液。使用旋塗以4000 rpm將塗層溶液施加在玻璃及光子晶體圖案化聚合物基材上30秒(Karl Suss旋塗儀，旋塗儀CT62型得自Suss MicroTec公司)，得到透明高折射率塗層。塗層係使用配備有H-bulb之Fusion UV-Systems公司Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland)處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於100%燈功率下在30英尺/分鐘之線速下操作(2個行程)。

高折射率塗層之厚度經量測為約250奈米。對於折射率量測，使用12號鋼絲纏繞棒(得自RD Specialties, Webster, NY)將高折射率塗層施加在PET膜表面上。隨後，將所得膜在烘箱中於85℃下乾燥1~2分鐘，隨後使用配備有H-bulb之Fusion UV-Systems公司Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland)處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於100%燈功率下在30英尺/分鐘之線速下操作(1個行

程)。使用 Metricon 稜鏡耦合器量測高折射率塗層之折射率為 1.85。

實例 2：使用 50 奈米 TiO_2 及 ZrO_2 奈米粒子製備較薄的極高 RI 塗層

在玻璃瓶中，將如上所製備之 4.5 克 ZrO_2 HIHC、6.78 克 50 奈米 TiO_2 分散液、24.4 克 2-丁酮、16.62 克 1-甲氧基-2-丙醇混合在一起。攪動混合物以形成均勻的白色溶液。使用旋塗以 4000 rpm 將塗層溶液施加在玻璃上 30 秒 (Karl Suss 旋塗儀，旋塗儀 CT62 型得自 Suss MicroTec 公司)，得到透明的高折射率塗層。塗層係使用配備有 H-bulb 之 Fusion UV-Systems 公司 Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland) 處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於 100% 燈功率下在 30 英尺/分鐘之線速下操作 (2 個行程)。高折射率塗層之厚度經量測為約 150-200 奈米。

實例 3：使用 10-20 奈米 TiO_2 奈米粒子製備極高 RI 塗層

含 85 重量% 表面經處理 TiO_2 奈米粒子之 TiO_2 -HIC 製備如下。將 1.0 克 2-丁酮、0.2643 克 SR399、0.2643 克 SR601、及 0.056 克 Irgacure 184 添加至褐色容器中。將樹脂及光引發劑在超音波浴下溶解。隨後添加固體為 47 重量% 之 5.313 克表面經處理 TiO_2 溶液。使該混合物在 15 分鐘超音波處理下進一步混合。最終溶液藉助 0.5 微米過濾器過濾。

隨後，使用 10 號鋼絲纏繞棒 (得自 RD Specialties, Webster, NY) 將 HIC 溶液施加在 PET 膜頂部。隨後將所得膜在烘箱中於 85°C 下乾燥 1~2 分鐘，隨後使用配備有 H-bulb

之 Fusion UV-Systems 公司 Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland) 處理器固化，該處理器係在氮氣氮下於 100% 燈功率下在 30 英尺/分鐘之線速下操作(1 個行程)。使用 Metricon 稜鏡耦合器量測所得透明塗層之折射率為 1.882。

實例 4：光子晶體複製品之製作

使用電漿增強化學蒸氣沈積製程將厚度 >300 奈米之 SiO_2 層沈積至玻璃基材上。將由 Brewer Science 生產之抗反射 (AR) 塗層 DUV-112 旋塗 SiO_2 層上，其中厚度為 65 奈米。隨後使用由 Rohm & Haas 生產之負性光阻劑 UVN30 來形成圖案。用由 Rohm & Haas 生產之 Thinner P 以 1:0.35 之比率稀釋 UVN30，然後將其旋塗至玻璃上 AR 塗層頂部。隨後，使用干涉微影來使經稀釋 UVN30 形成圖案。暴露兩次後產生電洞圖案，其中在暴露之間樣品旋轉 90 度。隨後使用反應式離子蝕刻 (RIE) 製程來將電洞圖案自 UVN30 向下轉移至 SiO_2 層。RIE 完成後，隨後藉由氧氣電漿除去剩餘的 UVN30 及 DUV-112。產生頂上具有電洞圖案之 SiO_2 /玻璃型模。將數滴丙烯酸酯 (75% photomer 6210 及得自 Sartomer 公司之 24% SR238 與 1% 得自 BASF 之光引發劑 TPO-L 之混合物) 施加至圖案區上並使其覆蓋整個結構化區之頂部。隨後將 SiO_2 /玻璃型模放置在加熱高達 100°C 之真空烘箱中並實施真空以驅除型模洞內部所捕獲之剩餘空氣持續 5 分鐘。PEN 膜 Q65F 用作複製之載體膜。將 PEN 膜在電漿清洗機中處理 >10 分鐘以增加膜之黏合。隨後將 PEN 膜層壓至

經丙烯酸酯覆蓋之 SiO_2 /玻璃型模上，且小心謹慎以確保PEN膜中不會捕獲氣泡。隨後將經PEN膜層壓之 SiO_2 /玻璃放置在經氮氣吹掃之UV室中並固化9分鐘。UV固化完成後，使PEN膜及丙烯酸酯複製品與 SiO_2 /玻璃型模分開，產生具有柱狀結構之光子晶體複製品。

實例5：具有極高折射率 TiO_2 -回填塗層至規則奈米結構上之OLED

在PEN膜上製作具有以500奈米間距隔開之220奈米深圓柱陣列之正性光子晶體奈米結構圖案，如實例4中所述。使用實例2中所闡述之程序將根據實例1所製備之回填分散液旋塗至預先切成50x50毫米尺寸之含奈米結構之樣品上。

經由界定陽極幾何形狀之5毫米x5毫米像素化蔭罩將110奈米的氧化銦錫(ITO)沈積至回填-經塗佈奈米結構上。隨後，沈積簡單未處理的有機發射層及陰極以完成OLED。該等OLED係藉由標準熱沈積在真空系統中於約 10^{-6} 托之基本壓力下製作。沈積以下OLED構造：HIL(300奈米)/HTL(40奈米)/EML(30奈米，6%)/Alq(20奈米)/LiF(1奈米)/Al(200奈米)。

在0-20mA/cm²電流密度範圍內裝置之軸向亮度-電流-電壓(LIVs)特徵係使用PR650適光相機及Keithley 2400電源電錶(Sourcemeeter)記錄。軸上LIV量測展示出自圖案化像素之約2.0-2.2X OLED光擷取。用圖案化及對照像素所製備之裝置的電流密度-電壓特徵極為相似，表明在圖案化

及對照裝置之間存在極小或可忽略的電位差。此表明，電性對所觀察2X增強的貢獻最小。

在 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 之電流密度下使用相同採集系統所實施之 $\pm 65^\circ$ 角域內之角向 LIV 量測展示在寬角度測試範圍內亮度增強且發射色彩均勻度得到改良。亮度增強清楚地表明，特定圖案在 0° 及 $\pm(40-45)^\circ$ 角度內具有較高光擷取效率。

為實例 6-11 製備基於 ZrO_2 之高折射率硬塗層 (ZrO_2 -HIHC)

ZrO_2 -HIHC 係根據美國專利申請公開案第 2006/0147674 號及 PCT 申請公開案第 2007/146686 號中所闡述之程序來製備。簡言之，將 274 克 2-丁酮、47.05 克 SR399、47.05 克 SR601、及 16.1 克 Irgacure 184 添加至 2 升琥珀色瓶中。振盪混合物直至均勻為止。將 735.1 克 ZrO_2 -SM (59.2% 固體存於 2-甲氧基-1-丙醇中) 緩慢添加至混合物中並輕輕混合直至均勻為止。此獲得含 45 重量% 固體之組合物。藉助 0.5 微米過濾器過濾最終混合物。

隨後，使用 10 號鋼絲纏繞棒 (得自 RD Specialties, Webster, NY) 將 HIC 溶液施加在 PET 膜頂部。隨後，將所得膜在烘箱中於 85°C 下乾燥 1~2 分鐘，隨後使用配備有 H-bulb 之 Fusion UV-Systems 公司 Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland) 處理器固化，該處理器係在氮氣氮下於 100% 燈功率下在 30 英尺/分鐘之線速下操作 (1 個行程)。使用 Metricon 稜鏡耦合器 (Metricon 2010 型稜鏡耦合器得自 Metricon Corporation 公司, Pennington, NJ) 量測所得透明塗層之折射率為 1.689。

為實例6-11製備50奈米TiO₂奈米粒子分散液

TiO₂奈米粒子分散液由P25/20二氧化鈦粉末、Solplus® D510、D520、及1-甲氧基-2-丙醇組成，其中固體為53%重量。以二氧化鈦重量計，分散劑之添加量為25重量%。首先藉由BYK-Gardner Dispermat實驗室溶解器將分散液混合10分鐘；隨後使用Netzsch MiniCer介質磨機及0.2毫米Torayceram鈮穩定的研磨介質以250毫升/分鐘分散液循環速率分散。研磨4小時後，獲得存於1-甲氧基-2-丙醇中之白膏糊狀TiO₂分散液。使用Malvern Instruments Zetasizer Nano ZS量測粒徑為50奈米(粒徑以諧振強度-平均粒徑所示，如ISO13321中所定義)。

實例6：使用50奈米TiO₂及ZrO₂奈米粒子製備極高RI塗層

在玻璃瓶中，將如上所製備之4.5克ZrO₂ HIHC、6.78克50奈米TiO₂分散液、14.4克2-丁酮、9.6克1-甲氧基-2-丙醇混合在一起。攪拌混合物以形成均勻的白色塗層溶液。使用旋塗以4000 rpm將塗層溶液施加在玻璃及圖案化基材上40秒，得到透明高折射率塗層。塗層係使用配備有H-bulb之Fusion UV-Systems公司Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland)處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於100%燈功率下在30英尺/分鐘之線速下操作(2個行程)。高折射率塗層之厚度經量測為約250奈米。

對於折射率量測，使用12號鋼絲纏繞棒(得自RD Specialties, Webster, NY)將高折射率塗層施加在PET膜表面上。將所得膜在烘箱中於85°C下乾燥1~2分鐘，隨後使

用配備有H-bulb之Fusion UV-Systems公司Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland)處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於100%燈功率下在30英尺/分鐘之線速下操作(1個行程)。使用Metricon稜鏡耦合器量測高折射率塗層之折射率為1.85。

實例7：使用50奈米TiO₂及ZrO₂奈米粒子製備較薄的極高RI塗層

在玻璃瓶中，將如上所製備之4.5克ZrO₂ HIHC、6.78克50奈米TiO₂分散液、24.4克2-丁酮、16.62克1-甲氧基-2-丙醇混合在一起。攪拌混合物以形成均勻的白色塗層溶液。使用旋塗以4000 rpm將塗層溶液施加在玻璃上40秒(Karl Suss旋塗儀，旋塗儀CT62型得自Suss MicroTec公司)，產生透明的高折射率塗層。塗層係使用配備有H-bulb之Fusion UV-Systems公司Light-Hammer 6 UV (Gaithersburg, Maryland)處理器固化，該處理器係在氮氣氛下於100%燈功率下在30英尺/分鐘之線速下操作(2個行程)。高折射率塗層之厚度經量測為約150-200奈米。

實例8：具有極高折射率TiO₂-回填塗層至奈米粒子上且無SiN保護層之OLED(比較實例)

93奈米二氧化矽奈米粒子之分散液係得自Nalco公司。聚乙烯醇(PVA，98莫耳%經水解，MW 78000)係得自Polysciences公司且將其溶於水中，其中對於相關實驗固體含量為0.5%。十二烷基苯磺酸鈉鹽(DS-10)表面活性劑係得自Aldrich。

藉由浸塗方法以65毫米/分鐘之速度將二氧化矽奈米粒子分散溶液(93奈米，0.5重量%，0.1-1重量% DS-10)塗佈在PET膜上(6-8密耳厚度)。將所得塗層在空氣中於室溫下乾燥，隨後在100℃下進一步乾燥5分鐘。隨後，藉由電漿增強化學蒸氣沈積在經二氧化矽-奈米粒子塗佈之膜上外塗佈有60奈米厚氮化矽層用於穩定奈米粒子(PECVD，PlasmaLab™ System100型，購自Oxford Instruments, Yatton, UK)。PECVD製程中所使用之參數闡述於表4中。

表4-用來沈積SiN層之條件

反應物/條件	值
SiH ₄	400 sccm
NH ₃	20 sccm
N ₂	600 sccm
壓力	650 mTorr
溫度	100℃
高頻(HF)功率	20 W
低頻(LF)功率	20 W

使用Meticon 2010型稜鏡耦合器量測SiN芯層之折射率且發現為1.7。使用實例7中所闡述之程序將根據實例6所製備之回填分散液旋塗至預先切割成50x50毫米尺寸之經奈米粒子塗佈之樣品上。TiO₂-聚合物回填塗層完成後，產生含有經高折射率回填平面化之低折射率散射奈米結構之光擷取層。

經由界定陽極幾何形狀之5毫米 x 5毫米像素化蔭罩將約110奈米厚ITO沈積至經回填塗佈之奈米粒子結構上。

隨後，沈積簡單未處理的有機發射層及陰極以完成OLED。該等OLED係藉由標準熱沈積在真空系統中於約10⁻⁶托之基本壓力下製作。沈積以下OLED構造：HIL(300

奈米)/HTL(40奈米)/EML(30奈米，6%)/Alq(20奈米)/LiF(1奈米)/Al(200奈米)。完成後，OLED用囊封障壁膜(3M公司)囊封，且在囊封膜與OLED陰極之間使用SAES吸氣劑作為乾燥劑及氧清除劑。

在環境條件下儲存數天之後該OLED像素甚至呈現相當大的退化，且儲存3周後像素發射圖案幾乎完全劣化。

實例9：具有極高折射率TiO₂-回填塗層至奈米粒子上且具有SiN保護層之OLED

藉由浸塗方法將二氧化矽奈米粒子(93奈米，0.5重量%，0.1-1重量% DS-10)分散液塗佈在PET膜上(6-8密耳厚度)，如實例8中。隨後，藉由PECVD使經奈米粒子塗佈之膜塗佈有60奈米氮化矽層用於穩定奈米粒子，如實例8中。隨後，使用實例7中所闡述之程序將根據實例6所製備之回填分散液旋塗至預先切成50 x 50毫米尺寸之含有奈米粒子之樣品上。

在沈積ITO陽極之前，將額外60奈米厚SiN保護層沈積在TiO₂-聚合物回填頂部，以避免TiO₂-聚合物與ITO陽極之間之任何反應。SiN沈積參數與實例8相同(列示在表4中)。

接著，經由界定陽極幾何形狀之5毫米x5毫米像素化陰罩將用於陽極之110奈米ITO沈積至經回填塗佈之奈米粒子結構上。隨後，沈積簡單未處理的有機發射層及陰極以完成OLED。該等OLED係藉由標準熱沈積在真空系統中於約10⁻⁶托之基本壓力下製作。沈積以下OLED構造：HIL(300

奈米)/HTL(40奈米)/EML(30奈米, 6%)/Alq(20奈米)/LiF(1奈米)/Al(200奈米)。完成後, OLED用囊封障壁膜(3M公司)囊封, 且在囊封膜與OLED陰極之間使用SAES吸氣劑作為乾燥劑及氧清除劑。

在高折射率TiO₂-聚合物/ITO介面處該極薄SiN (60奈米)保護層證實像素收縮及降格明顯降低。此特徵可係由於TiO₂-聚合物調配物中之組份與ITO陽極反應所致。由LIV量測, 亦可證實, 引入SiN保護層不會導致擷取效率出現任何明顯變化。

實例10：具有極高折射率TiO₂-回填塗層於經複製光子晶體上且不含SiN保護層之OLED(比較實例)

製備經複製聚合物光子晶體, 如實例4中所述。基於高折射率TiO₂之回填層、ITO陽極層及OLED結構亦係根據實例5中所闡述之程序來製作。從而, 製作具有以下結構之OLED裝置: HIL(300奈米)/HTL(40奈米)/EML(30奈米, 6%)/Alq(20奈米)/LiF(1奈米)/Al(200奈米)。該裝置在高折射率回填/ITO介面處未使用SiN保護層。以與實例3及4中所闡述之彼等類似之方式來實施基於時間之EL顯微鏡研究。EL顯微照片揭示, 與填充有TiO₂回填之基於奈米粒子的擷取膜類似, 基於光子晶體之膜亦經歷OLED像素之快速的像素收縮降格。

實例11：具有極高折射率TiO₂-回填塗層至經複製光子晶體上且使用SiN保護層之OLED

根據實例4中所闡述之程序來製備經複製光子晶體。基

於高折射率 TiO_2 之回填層、ITO陽極層及OLED結構亦係根據實例5中所闡述之程序來製作。在ITO沈積前且在基於 TiO_2 之高折射率回填層沈積及固化後，將額外60奈米厚SiN保護層沈積至 TiO_2 -聚合物回填頂部，以避免 TiO_2 -聚合物與ITO陽極之間之任何反應。SiN沈積參數與實例8中相同(列示於表4中)。從而，製作具有以下結構之OLED裝置：HIL(300奈米)/HTL(40奈米)/EML(30奈米，6%)/Alq(20奈米)/LiF(1奈米)/Al(200奈米)；此次，OLED裝置在高折射率回填/ITO介面處納入SiN保護層。以與實例3及4中所闡述之彼等類似之方式來實施基於時間之EL顯微鏡研究。如針對基於奈米粒子之擷取層(實例9)所觀察，在實驗之時間量程內保護層顯示可有效地降低OLED裝置之像素收縮降格。

此外，儘管SiN保護層之折射率比基於 TiO_2 之回填層稍低，但使用保護層之裝置的軸向及角向亮度-電流-電壓特徵皆不受影響。據信，保護層可用具有低滲透率之任一其他高折射率材料構建，例如 ZrO_2 、 TiO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、及諸如此類。

【圖式簡單說明】

該等附圖併入本說明書中且構成此說明書之一部分，且與該說明一起解釋本發明之優勢及原理。在附圖中，

圖1係採用光擷取膜之底部發射OLED顯示裝置的圖示；

圖2係採用光擷取膜之頂部發射OLED顯示裝置的圖示；

圖3係繪示用於固態照明元件之空間調製OLED的圖示；

圖4係採用光擷取膜之OLED背光單元的圖示；

圖5係繪示用作LCD背光單元之OLED的圖示；

圖6-8係展示擷取元件之可能空間組態的圖示；及

圖9-13係展示擷取元件之可能表面組態的圖示。

【主要元件符號說明】

100	底部發射 OLED 裝置
102	電極
104	有機層
106	電極
107	保護層
108	高折射率結構
110	低折射率結構
112	可選障壁層
114	基材
115	可選功能層
116	光擷取膜
120	頂部發射 OLED 裝置
121	可選功能層
122	基材
124	可選障壁層
126	低折射率結構
128	高折射率結構
129	保護層
130	光學耦合層

132	電極
134	可選薄膜囊封層
136	有機層
138	電極
140	基材
142	光擷取膜
180	背光單元
182	偏光器
184	可選稜鏡層
186	可選不對稱反射膜
188	可選漫射體
189	基材
190	低折射率結構
192	高折射率結構
194	光學耦合層
195	可選薄膜囊封層
197	電極
200	有機層
202	電極
204	基材
206	輔助光學膜
208	光擷取膜
220	裝置
222	基材

223	OLED裝置
224	OLED裝置
225	OLED裝置
226	OLED裝置
228	線
230	線
240	LCD面板
242	背光單元
246	低折射率基材
247	OLED裝置區域
248	低折射率基材
249	OLED裝置區域
250	低折射率結構
251	高折射率結構
252	低折射率結構
253	高折射率結構
256	高折射率回填區域
257	低折射率擷取元件
261	低折射率基材
262	OLED裝置區域
264	規則或不規則圖案
265	規則或不規則圖案

七、申請專利範圍：

1. 一種用於具有光輸出表面之有機發光二極體(OLED)裝置之光擷取膜，其包括：

撓性基材，其實質透射由該OLED裝置發出的光；

結構化層，其位於該基材上且具有第一折射率之撷取元件，

其中該撷取元件包含結構化層之奈米結構化表面，該表面位於與該基材相對之結構化層的一側上，

其中該奈米結構化表面包含在該結構化層中之構造特徵，且

其中該結構化層具有小於或等於1.5之折射率；

回填層，其包含具有不同於該第一折射率之第二折射率之材料，

其中該回填層在該奈米結構化表面上形成平坦化層，以於與該奈米結構化表面相對之回填層的一側上形成平坦表面，

其中當該回填層之平坦表面抵靠該OLED裝置之光輸出表面時，大部分的撷取元件係位於該OLED裝置之光輸出表面的衰減區內，

其中當該回填層之平坦表面抵靠該OLED裝置之光輸出表面時，該結構化層及回填層與該OLED裝置之光輸出表面充分接近，以至少部分地增強來自該光輸出表面之光擷取，

其中該回填層包含奈米粒子填充之聚合物材料，且

其中該回填層具有大於1.8之折射率；

保護層，其毗鄰結構化層對置側上之回填層，其中當該回填層之平坦表面抵靠該OLED裝置之光輸出表面時，該保護層避免該回填層與該OLED裝置之光輸出表面之間的直接接觸；及

光耦合層，其位於該回填層之平坦表面上，其中該光耦合層包含黏著劑以提供在該OLED裝置之光輸出表面與該回填層之間的光耦合。

2. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵包含在該結構化層中之奈米級圖案。
3. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵包含在該結構化層中之洞圖案。
4. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵包含光子晶體結構。
5. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵具有週期分佈。
6. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵具有準週期分佈。
7. 如請求項1之光擷取膜，其中該構造特徵具有隨機分佈。
8. 如請求項1之光擷取膜，其中在該奈米粒子填充之聚合物材料中的奈米粒子具有小於400奈米之尺寸。
9. 如請求項1之光擷取膜，其中該保護層包括氮化矽層。
10. 一種用於增進有機發光二極體(OLED)裝置之光輸出的光

撷取膜，其係由具有以下順序之層所組成：

撓性基材，其實質透射由該 OLED 裝置發出的光；

施加於該基材之奈米粒子層；及

施加至該奈米粒子層上之回填層，其中該回填層於與該等奈米粒子相對之回填層的一側上形成平坦表面，

其中該回填層具有較該等奈米粒子之折射率更高的折射率，且

其中當該回填層之平坦表面抵靠該 OLED 裝置之光輸出表面時，該奈米粒子層與該 OLED 裝置之光輸出表面充分接近，以至少部分地增強自該光輸出表面之光撷取。

11. 一種用於增進有機發光二極體 (OLED) 裝置之光輸出的光撷取膜，其係由具有以下順序之層所組成：

撓性基材，其實質透射由該 OLED 裝置發出的光；

施加於該基材之奈米粒子層；

施加至該奈米粒子層上之回填層，其中該回填層於與該等奈米粒子相對之回填層的一側上形成平坦表面，

其中該回填層具有較該等奈米粒子之折射率更高的折射率；及

施加於該回填層之平坦表面的光耦合層，以使該回填層與該 OLED 裝置之光輸出表面進行光耦合，

其中當該回填層之平坦表面抵靠該 OLED 裝置之光輸出表面時，該奈米粒子層與該 OLED 裝置之光輸出表面充分接近，以至少部分地增強自該光輸出表面之光撷

取。

12. 如請求項11之光擷取膜，其中該光耦合層包含黏著劑。

八、圖式：

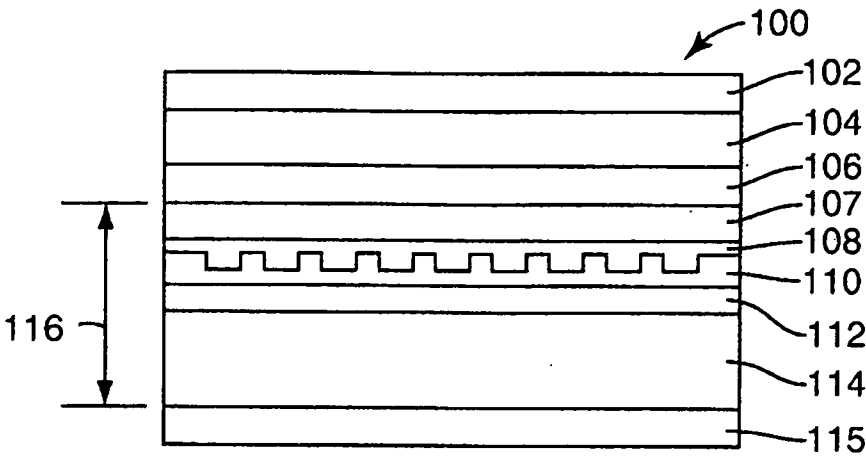


圖 1

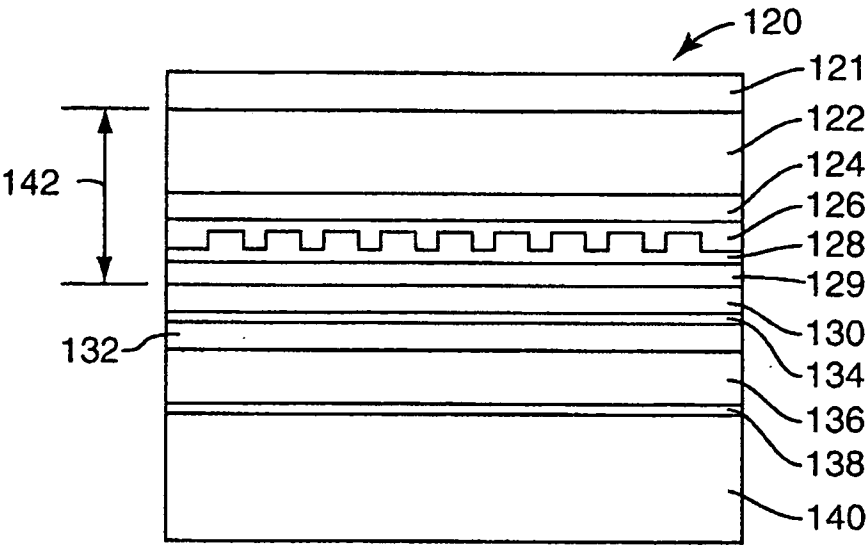


圖 2

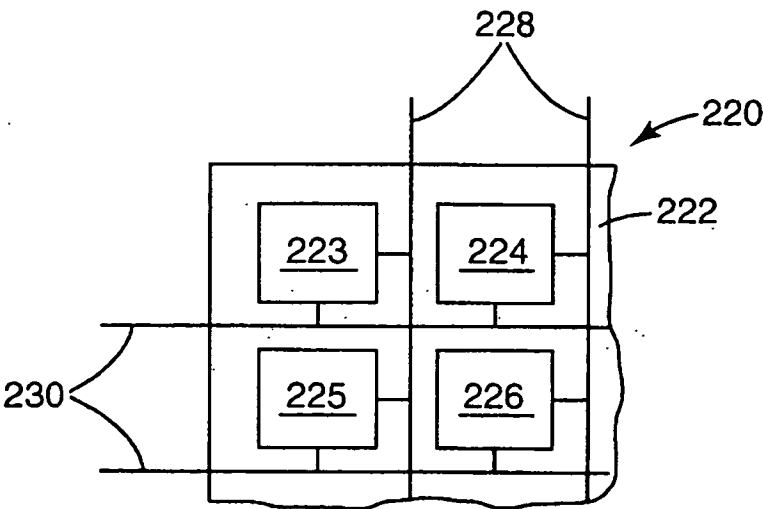


圖 3

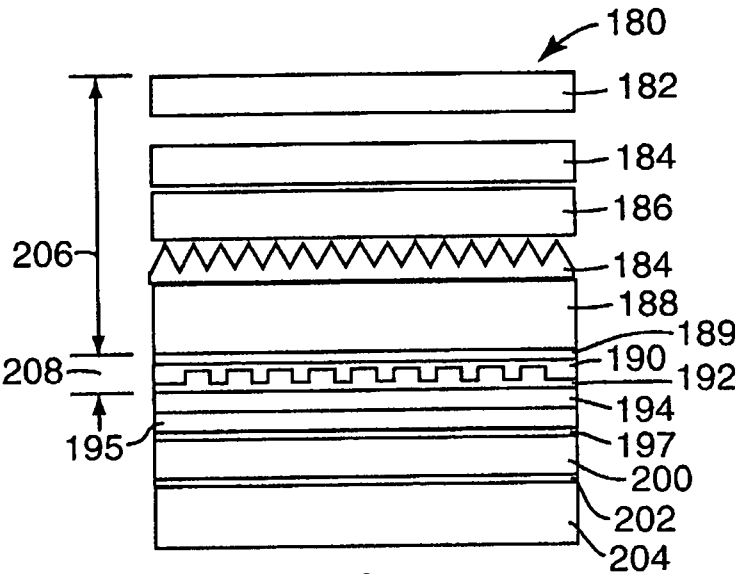


圖 4

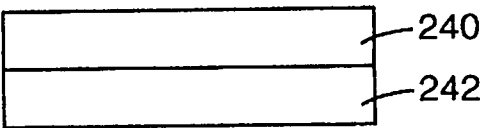


圖 5

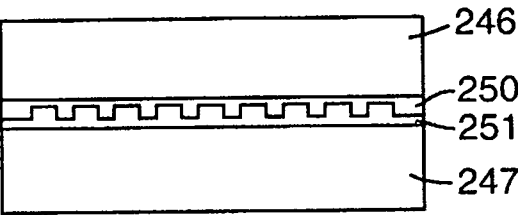


圖 6

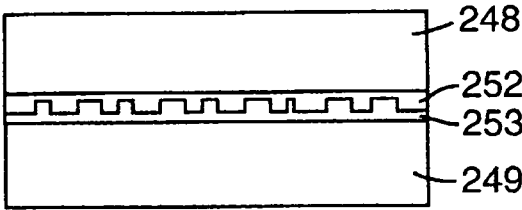


圖 7

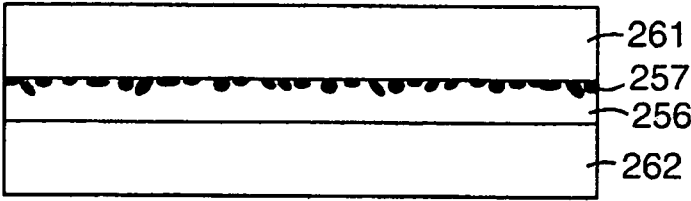


圖 8

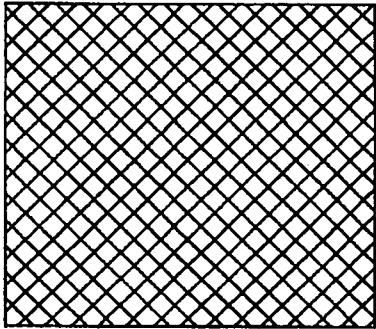


圖 9

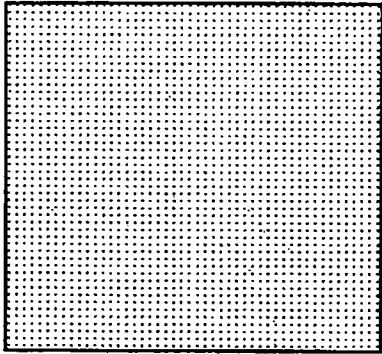


圖 10

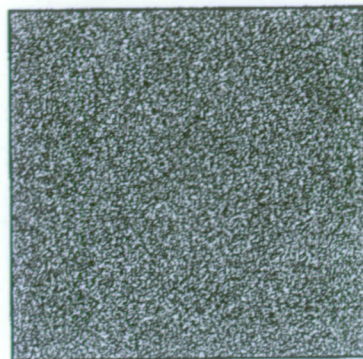


圖 11

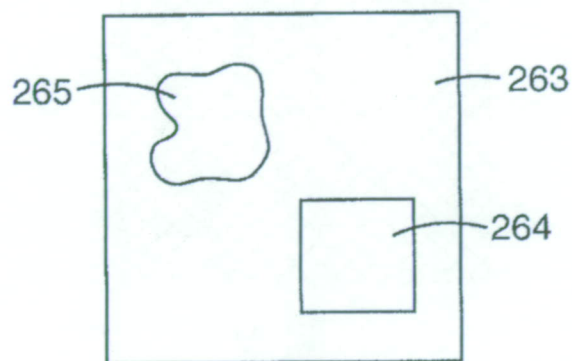


圖 12

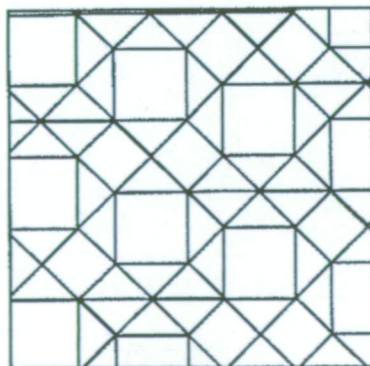


圖 13