



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201821255 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：106135414

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 17 日

(51)Int. Cl. : *B32B5/16 (2006.01)* *B32B5/18 (2006.01)*
B05D3/02 (2006.01) *B05D3/06 (2006.01)*
H01L33/44 (2010.01) *H01L51/52 (2006.01)*
H01L51/56 (2006.01)

(30)優先權：2016/10/17 美國 62/409,070

(71)申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
 美國

(72)發明人：郭冠廷 KUO, KUAN-TING (TW)；林仁傑 LIN, JEN-CHIEH (TW)；張 魯 ZHANG, LU (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：43 項 圖式數：11 共 66 頁

(54)名稱

用於製作有機發光二極體的光提取基板的方法及包含該基板的產品

PROCESSES FOR MAKING LIGHT EXTRACTION SUBSTRATES FOR AN ORGANIC LIGHT
 EMITTING DIODE AND PRODUCTS INCLUDING THE SAME

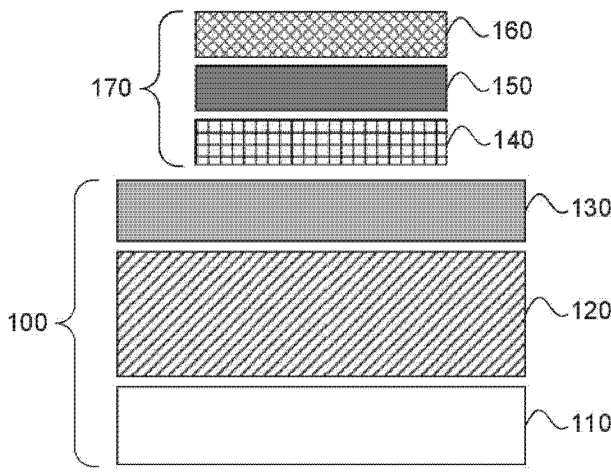
(57)摘要

一種方法，包括提供基底基板及在該基底基板上配置前驅物。該前驅物包括第一材料的粉狀顆粒及有機黏合劑。該方法包括光熱處理該前驅物以形成光提取層。該光熱處理包括使該前驅物暴露於脈衝通電的閃光燈下。該方法進一步包括配置有機發光二極體以與該光提取層鄰接。

A process includes providing a base substrate and disposing a precursor on the base substrate. The precursor includes powdered particles of a first material and an organic binder. The process includes photo-thermally treating the precursor to form a light extraction layer. The photo-thermal treatment includes exposing the precursor to a flash lamp that is energized in pulses. The process further includes disposing an organic light emitting diode adjacent to the light extraction layer.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 光提取基板
 - 110 . . . 基底基板
 - 120 . . . 光提取層
 - 130 . . . 平坦化層
 - 140 . . . 第一電極/陽極
 - 150 . . . 有機層
 - 160 . . . 第二電極



第1圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於製作有機發光二極體的光提取基板的方法及包含該基板的產品

【英文發明名稱】PROCESSES FOR MAKING LIGHT EXTRACTION SUBSTRATES FOR AN ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE AND PRODUCTS INCLUDING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本申請案依據專利法主張享有2016年10月17號申請之美國專利臨時申請案第62/409,070號的優先權權益，本案仰賴該案內容且該案內容以引用方式全文併入本案中。

【0002】 本發明揭示案係有關用於製作有機發光二極體(OLED)用的光提取基板的方法及包含此種光提取基板的產品。更特定而言，該等方法包括使用高能量光源對基板前驅物進行光熱處理。

【先前技術】

【0003】 OLED是一種發光元件，該發光元件藉著使陰極(cathode)射出的電子與陽極(anode)射出的電洞進行重組來產生激發作用以利用激發作用所發出的能量來產生光。OLED具有各種優點，例如低電壓驅動、自發光、廣視角、高解析度、自然色再現性及短的回應時間。由於OLED是一種可使眩光減至最小的擴散性光源，因此OLED照明亦是有利的。相較於傳統的發光二極體

(LED)，OLED產生較少的熱，可節省電力與材料的使用。

【0004】 OLED可應用於各種裝置中，例如可攜式資訊裝置、相機、手錶、辦公設備、交通工具的資訊顯示視窗、電視(TV)、顯示裝置、照明裝置及其他電子裝置。

【0005】 OLED照明的其中一項挑戰是光效率損失，光效率損失通常是由於膜層之間的折射率不同導致光在元件內散射或反射或因層內產生光吸收作用所造成。為了增進效率，可在OLED元件中使用一或更多個光提取基板。已設計出眾多不同類型的光提取層以用於OLED及其他用途。光提取基板的實例包括在2016年3月23日申請之韓國專利申請案第2016-034791A號中所描述的該等光提取基板，該案以引用方式全文併入本案中。

【0006】 藉著在基底基板上提供一或更多種前驅物並在專用烤爐中對各別前驅物層進行熱處理可形成韓國專利申請案第2016-034791A號中所述的該等光提取基板。對每一層而言，熱處理通常需要以高達500°C的溫度持續處理15分鐘至30分鐘或更長的時間。此方法耗時且會提高製造成本。再者，熱處理所需的高溫不適用於某些基底基板材料。因此，需要可降低所需處理溫度的更快方法來形成OLED的光提取基板。

【發明內容】

【0007】 本發明是關於可用來製作光提取基板的方法，在該等光提取基板上可配置用來接納有機發光二極

體。在某些實施例中，該方法可包括提供基底基板及在該基底基板上配置前驅物。該前驅物可包括第一材料的粉狀顆粒及有機黏合劑。該方法可包括光熱處理該前驅物，在某些實施例中該前驅物可形成光提取層。在某些實施例中，該方法可包括配置有機發光二極體以與該光提取層鄰接。

【0008】 在一態樣(1)中，本發明提供一種具有光輸出的物品，該物品包括：光產生層；具有第一表面、第二表面及至少一邊緣表面的基底基板；多孔性光熱處理光提取層，該多孔性光熱處理光提取層鄰接該基底基板的第一表面且位在該基底基板與該光產生層之間，該多孔性光熱處理光提取層具有10奈米至1000奈米的平均孔隙直徑且包括無機氧化物之顆粒，該等顆粒具有10奈米至1微米的平均直徑；及其中該多孔性光熱處理光提取層使該物品的光輸出提高1.7倍或更高。在一態樣(2)中，本發明提供態樣(1)的物品，其中該多孔性光熱處理光提取層使該光輸出提高2倍或更高。在一態樣(3)中，本發明提供態樣(1)或態樣(2)的物品進一步包括平滑層，該平滑層包括與該光熱處理光提取層鄰接的無機聚合物。在一態樣(4)中，本發明提供態樣(3)的物品，其中該無機聚合物包括矽氧烷(siloxane)。在一態樣(5)中，本發明提供態樣(4)的物品，其中該矽氧烷具有1.3至1.5的折射率。在一態樣(6)中，本發明提供態樣(1)～態樣(5)其中任一者的物品，其中該無機氧化物包括 TiO_2 。在一態樣(7)中，

本發明提供態樣(6)的物品，其中該 TiO_2 包括金紅石。在一態樣(8)中，本發明提供態樣(1)～態樣(7)其中任一者的物品，其中該光提取層包括第二無機氧化物，該第二無機氧化物包括 SiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 或上述無機氧化物之組合物。在一態樣(9)中，本發明提供態樣(1)～態樣(8)其中任一者的物品，其中該光產生層包括與該光熱處理光提取層鄰接的OLED積層(stack)，及其中當該平滑層存在時，該平滑層位在該光熱處理光提取層與該OLED積層之間。在一態樣(10)中，本發明提供態樣(1)～態樣(9)其中任一者的物品，進一步包括對該基底基板之第二表面的至少一修飾(modification)，其中該修飾使該物品的光輸出進一步提高20%或更高。在一態樣(11)中，本發明提供態樣(10)的物品，其中該至少一修飾包括奈米顆粒塗層、膜或蝕刻該基底基板的該第二表面。

【0009】 在一態樣(12)中，本發明提供一種用於形成增進光提取作用之物品的方法，該方法包括：提供基底基板；在該基底基板上配置前驅物，該前驅物包括：第一材料之顆粒，該第一材料顆粒包括無機氧化物且具有10奈米至1微米的平均直徑；及有機黏合劑；及光熱處理該前驅物以形成具有10奈米至1000奈米之平均孔隙(pore)直徑的多孔性(porous)光熱處理光提取層，其中該光燒結(photo-sintering)步驟包括使該前驅物暴露於輻射源下，該輻射源發出至少範圍在300奈米至400奈米間的輻射，及該多孔性光熱處理光提取層使該物品的光輸出提

高1.7倍或更高。在一態樣(13)中，本發明提供態樣(12)的方法，其中該方法進一步包括於該光提取層上塗佈包含無機聚合物的第二層。在一態樣(14)中，本發明提供態樣(13)的方法，其中該方法進一步包括配置有機發光二極體以與該無機聚合物鄰接。在一態樣(15)中，本發明提供態樣(13)或態樣(14)的方法，進一步包括配置光產生層以與該光提取層鄰接。在一態樣(16)中，本發明提供態樣(15)的方法，其中配置該光產生層以與該光提取層鄰接的步驟包括在該平坦化層上製作有機發光二極體。在一態樣(17)中，本發明提供態樣(12)～態樣(16)其中任一者的方法，其中該輻射源包括脈衝輻射源，該脈衝輻射源在1/3峰值(peak value)處測得具有1微秒(μ s)至100毫秒(ms)的脈波寬度(pulse width)。在一態樣(18)中，本發明提供態樣(17)的方法，其中每脈衝之能量為1焦耳(J)至5000焦耳。在一態樣(19)中，本發明提供態樣(17)或態樣(18)的方法，其中每脈衝傳遞至該材料的能量為0.01焦耳/平方公分/脈衝至1焦耳/平方公分/脈衝。在一態樣(20)中，本發明提供態樣(17)～態樣(19)其中任一者的方法，其中傳遞至該材料的總能量為0.1焦耳/平方公分至100焦耳/平方公分。在一態樣(21)中，本發明提供態樣(17)至態樣(20)中任一者的方法，其中來自該脈衝輻射源的脈衝包括至少兩不同階段，其中各階段包括一脈衝能量及脈衝持續時間(pulse duration)。在一態樣(22)中，本發明提供態樣(21)的

方法，其中該等脈衝包括至少兩不同階段，一第一階段及一第二階段，該第一階段包括該脈衝的一初始部分及該第二階段包括該脈衝的一後續部分。在一態樣(23)中，本發明提供態樣(22)的方法，其中該第一階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的一能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的持續時間。在一態樣(24)中，本發明提供態樣(22)或態樣(23)的方法，其中該第二階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的一能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的持續時間。在一態樣(25)中，本發明提供態樣(22)至態樣(24)其中任一者的方法，其中該第一階段具有100毫秒至300毫秒的持續時間及該第二階段具有1000毫秒至3000毫秒的持續時間。在一態樣(26)中，本發明提供態樣(12)至態樣(25)其中任一者的方法，其中該第一階段傳遞至該材料的總能量為0.1焦耳/平方公分至100焦耳/平方公分。在一態樣(27)中，本發明提供態樣(26)的方法，其中該第一階段所具有的峰值能量比該第二階段的峰值能量高1.5倍至10倍。在一態樣(28)中，本發明提供態樣(22)至態樣(27)其中任一者的方法，其中在該第一階段中傳遞至該材料的總能量與在該第二階段傳遞至該材料的總能量之比值為1~4。在一態樣(29)中，本發明提供態樣(22)至態樣(28)其中任一者的方法，其中該方法進一步包括啟動脈衝(starter pulse)，該啟動脈衝所具有的能量/脈衝是該第一階段脈衝之能量/脈衝值的2倍至10倍。在一態樣(30)中，本發明提供態

樣(12)至態樣(29)其中任一者的方法，其中該光熱處理的總持續時間為20秒至10分鐘。在一態樣(31)中，本發明提供態樣(30)的方法，其中該光熱處理的持續時間為1分鐘至4分鐘。在一態樣(32)中，本發明提供態樣(12)至態樣(31)其中任一者的方法，其中在該光熱處理期間的最大溫度為150°C或更低。在一態樣(33)中，本發明提供態樣(12)至態樣(32)其中任一者的方法，其中該第一材料之顆粒包括TiO₂。

【0010】 在一態樣(34)中，本發明提供一種用於形成增進光提取作用之物品的方法，該方法包括：提供基底基板；於該基底基板上配置雙層式前驅物，該雙層式前驅物包括：與該基底基板鄰接的第一層，該第一層包括：具有10奈米至1微米之平均直徑的無機氧化物，及有機黏合劑；及與該第一層鄰接的第二層，該第二層包括：無機聚合物平滑層；其中該第一層與該第二層實質上不混合；對該雙層式前驅物進行操作(acting)以形成具有10奈米至1000奈米之平均孔隙直徑的光提取層；其中該操作包括對該雙層式前驅物中之至少一層進行光熱處理；及其中：該光熱處理包括使該前驅物暴露於發射至少範圍在300奈米至400奈米間之輻射的輻射源，及該多孔性光熱處理光提取層使該物品的光輸出提高1.7倍或更高。在一態樣(35)中，本發明提供態樣(34)的方法，進一步包括配置光產生層以與該第二層鄰接。在一態樣(36)中，本發明提供態樣(35)的方法，其中配置該光產生層以與該

光提取層鄰接的步驟包括在該平坦化層上製作該有機發光二極體。在一態樣(37)中，本發明提供態樣(34)～態樣(36)其中任一者的方法，其中該輻射源包括脈衝輻射源，該脈衝輻射源在1/3峰值處測得具有1微秒至100毫秒的脈波寬度。在一態樣(38)中，本發明提供態樣(37)的方法，其中每脈衝之能量為1焦耳至5000焦耳。在一態樣(39)中，本發明提供態樣(37)或態樣(38)的方法，其中每脈衝傳遞至該材料的能量為0.01焦耳/平方公分/脈衝至1焦耳/平方公分/脈衝。在一態樣(40)中，本發明提供態樣(37)～態樣(39)其中任一者的方法，其中傳遞至該材料的總能量為0.1焦耳/平方公分至100焦耳/平方公分。在一態樣(41)中，本發明提供態樣(37)～態樣(40)其中任一者的方法，其中來自該脈衝輻射源的脈衝包括至少兩不同階段，其中各階段包括一脈衝能量及脈衝持續時間。在一態樣(42)中，本發明提供態樣(41)的方法，其中該等脈衝包括至少兩不同階段，一第一階段及一第二階段，該第一階段包括該脈衝的一初始部分及該第二階段包括該脈衝的一後續部分。在一態樣(43)中，本發明提供態樣(42)的方法，其中該第一階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的持續時間。在一態樣(44)中，本發明提供態樣(42)或態樣(43)的方法，其中該第二階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的持續時間。在一態樣(45)中，本發明提供態樣(42)～態樣

(44) 其中任一者的方法，其中該第一階段具有100毫秒至300毫秒的持續時間及該第二階段具有1000毫秒至3000毫秒的持續時間。在一態樣(46)中，本發明提供態樣(42)～態樣(45)其中任一者的方法，其中該第一階段傳遞至該材料的總能量為0.1焦耳/平方公分(J/cm^2)至100焦耳/平方公分。在一態樣(47)中，本發明提供態樣(46)的方法，其中該第一階段所具有的峰值能量比該第二階段的峰值能量高1.5倍至10倍。在一態樣(48)中，本發明提供態樣(42)～態樣(47)其中任一者的方法，其中在該第一階段中傳遞至該材料的總能量與在該第二階段中傳遞至該材料的總能量之比值為1～4。在一態樣(49)中，本發明提供態樣(42)～態樣(48)其中任一者的方法，其中該方法進一步包括啟動脈衝，該啟動脈衝所具有的能量/脈衝是該第一階段脈衝之能量/脈衝值的2倍至10倍。在一態樣(50)中，本發明提供態樣(34)～態樣(49)其中任一者的方法，其中該光熱處理的總持續時間為20秒至10分鐘。在一態樣(51)中，本發明提供態樣(50)的方法，其中該光熱處理的總持續時間為1分鐘至4分鐘。在一態樣(52)中，本發明提供態樣(34)～態樣(51)其中任一者的方法，其中該光熱處理期間的最大溫度為150°C或更低。在一態樣(53)中，本發明提供態樣(34)～態樣(52)其中任一者的方法，其中該無機氧化物之顆粒包括 TiO_2 。

【0011】 在一態樣(54)中，本發明提供態樣(12)～態樣(53)其中任一者的方法，其中此等方法可藉由連續式捲對捲處理而應用於該基底基板。在此等實施例中，該基板可為連續可撓基板卷，例如聚合物或超薄玻璃。在一態樣(55)中，文中所述任一態樣之光熱處理步驟的完成可發生在附加層(例如ITO)已沉積完或圖案化之後。在某些實施例中，可額外使用該光熱處理製程使該ITO層退火(anneal)。

【0012】 在另一態樣中，該光熱處理的暴露步驟可與加熱步驟結合使用，在此情況下，除了由該熱基線製程(thermal baseline process)所產生的任何效應之外，還會產生光子效應。

【0013】 在一態樣(55)中，本發明提供態樣(12)～態樣(54)中任一者的方法，其中超過90%的有機黏合劑可在該光熱處理期間內燒掉。在某些實施例中，於光熱處理之後，進行熱重分析(thermal gravimetric analysis)，測量至最高到500°C，測得的質量變化小於8%。

【0014】 在一態樣(56)中，本發明提供態樣(12)～態樣(55)中之任一者的方法，其中該光熱處理期間的最大溫度可為160°C或更低。在某些實施例中，該光熱處理期間的最大溫度可為150°C或更低。在某些實施例中，該光熱處理期間的最大溫度可為140°C或更低。在某些實施例中，該光源包括氙氣(Xe)閃光燈。在某些實施例

中，在光熱處理期間，該閃光燈可配置成距離該前驅物40毫米(mm)至60毫米。在某些實施例中，於光熱處理期間，該UV燈可配置成距離該前驅物50毫米。

【圖式簡單說明】

【0015】 該等附圖併入本文中以作為本案說明書的一部分並示出本發明的實施例。配合說明內容，該等圖式進一步用來解釋所揭示之實施例的原理及使相關技術領域中熟悉技術者可製作及使用所揭示的實施例。此等圖式意在解說之用，而非作為限制。儘管在此等實施例的內容中大致描述本發明，但應了解到並不欲將本發明範疇限制在此等具體實施例。在該等圖式中，以相同的元件符號來代表相同或功能上相似的元件。

【0016】 第1圖示出根據實施例之光提取基板及OLED。

【0017】 第2圖示出根據實施例之光熱處理系統。

【0018】 第3圖示出根據實施例之光提取基板之層的吸收曲線。

【0019】 第4(a)圖至第4(e)圖示出根據實施例之樣本的掃描式電子顯微鏡影像。

【0020】 第5圖示出根據實施例之樣本的熱重分析資料。

【0021】 第6(a)圖至第6(c)圖示出根據實施例之脈波寬度的實例。

【0022】 第7圖示出根據實施例之樣本的熱重分析資料。

【0023】 第8圖示出根據實施例之兩階段式脈衝。

【0024】 第9(a)圖至第9(b)圖示出根據實施例之樣本的熱重分析資料。

【0025】 第10圖示出根據實施例之樣本的熱重分析資料。

【0026】 第11圖示出根據實施例之方法流程圖。

【實施方式】

【0027】 本文中參照該等附圖中所示的本發明實施例來詳細描述本發明之實施例。在該等附圖中使用相同元件符號來代表相同或功能上相似的元件。提及「一實施例」、「一個實施例」、「一些實施例」、「在某些實施例中」等等時，意指所述的實施例可能包括特定的特徵、結構或特性，但不一定每個實施例都包含該特定的特徵、結構或特性。此外，此等措辭未必是指同一個實施例。再者，當結合實施例來描述特定的特徵、結構或特性時，認為不論文中是否有無明確說明，使此等特徵、結構或特性與其他實施例結合並起作用實屬該領域技術人員的知識範圍。

【0028】 當文中載明包括上限及下限的數值範圍時，除非在特定情況下另有說明，否則該範圍意欲包括該範圍的該等端點值及該範圍內的所有整數及分數。當界定範圍時，該等請求項的範圍並不欲侷限於所載明之具體數值。此外，當以一範圍、一或更多個較佳範圍或列舉出較佳上

限及較佳下限的方式來規定數量、濃度或其他值或參數時，應視為具體揭示由任何一對任一範圍上限或較佳值與任一範圍下限或較佳值所形成的所有範圍，不論該等配對是否單獨揭示。最後，當使用「約(a b o u t)」此用語來描述一範圍的一值或一端點值時，應視為本發明包括所提到的該特定的值或端點值。當一範圍的一數值或端點值未載明「約」時，範圍的該數值或該端點值意欲包括兩種實施例：以「約」加以修飾的實施例及未以「約」修飾的實施例。

【0029】 用於本文中時，「約」意指數量、尺寸、配方、參數及其他量值及特性不是精確的及不需要精確，而是依照需求可能為大致近似及/或較大或較小，以反映出公差、換算係數、四捨五入、測量誤差及諸如此類因素及所屬領域技術人員已知的因素。

【0030】 當用於本文中時，「或」一詞為包括之意；更明確言之，該用語「A或B」意指「A、B或A及B兩者」。排除之意的「或」字在本文中舉例而言以例如「A或B其中任一者」及「A或B其中之一」的用語來表示。

【0031】 以不定冠詞「一」及「一個」來描述元件或構件意指此等元件或構件其中之一或其中至少一個是存在的。儘管此等冠詞通常是用來表示該被修飾的名詞是單數名詞，但除非在特定情況中另有說明，否則當用於本文中時，該冠詞「一」及「一個」亦包括複數之意。同樣地，

仍是除非在特定情況下另有說明，否則定冠詞「該」用於本文中時亦代表該被修飾的名詞可能是單數或複數。

【0032】 「其中」一詞用來作為開放式連接詞，以導引出該結構一系列特徵的敘述。

【0033】 以下該等實例是用來說明本發明之用，而非限制本發明。在所屬領域中常遇到且所屬領域技術人員所知曉之各種條件及參數的其他適當修飾及調整皆符合本發明的精神及範疇。

【0034】 第1圖示出根據實施例之光提取基板100的實例。所屬領域中熟悉技術者將瞭解文中所述方法可應用於其他結構配置的光提取基板，例如在韓國專利申請案第2016-034791A號中所揭示的光提取基板，該案以引用方式全文併入本案例中。

【0035】 在實施例中，光提取基板100可包括基底基板110及配置在該基底基板110上的光提取層120。在某些實施例中，光提取基板100可包括平坦化層(planarization layer)130。在某些實施例中，平坦化層130可直接鄰接光提取層120。用於本文中時，「直接鄰接(directly adjacent)」意指兩構件有至少一部分彼此直接物理接觸。其他層可配置在基底基板110、光提取層120及/或平坦化層130上方、位於其間或與之鄰接。此外，可如第1圖中所示般在基底基板110的單個表面上存在多層，或基板110可在兩表面上皆具有多層。此等附加層可為有機材料或無機材料。塗佈於基底基板110

之該等表面的該等層無需連續地佈滿整個表面。該等層亦可加以圖案化或選擇性地設置位置 (*selectively located*)。

【0036】 基底基板110包括第一大致平坦表面、第二大致平坦表面及至少一邊緣。通常，該第一大致平坦表面與該第二大致平坦表面彼此平行。基底基板110可作為基礎以在該基底基板110上建構光提取基板100並且可為光提取層120、平坦化層130及任何配置在上方的其他層提供支撐。此外，基底基板110可作為封裝層而配置在OLED所產生之光的射出路徑上以允許所產生的光通過該基底基板而射出且同時保護OLED免於接觸外在環境。

【0037】 任何具有適當光穿透度及機械性質的透明基板皆可用來作為基底基板110，包括玻璃、玻璃陶瓷、有機聚合物材料及陶瓷。例如，在某些實施例中，該基底基板110可由聚合物材料所形成，例如熱可固化或紫外光(UV)可固化有機膜。在某些實施例中，由例如鈉鈣玻璃($\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O}$)或鋁矽酸鹽玻璃($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$)所形成的化學強化玻璃基板可用來作為基底基板110。在某些實施例中，由金屬氧化物或金屬氮化物所形成的基板可用來作為基底基板110。可撓性基板(例如，厚度為1.5毫米或更薄的薄玻璃基板)可用來作為基底基板110。舉例而言，該基板可具有0.5毫米、0.4毫米、0.3毫米、0.2毫米、0.1毫米或0.05毫米或

介於上述值之間的任何值的厚度。此外，該基底基板 110 可由複數個相同或不同材料的平坦層所製成。

【0038】 在不具有光提取層的典型 OLED 中，該(等)有機發光層所產生的光之中僅有約 20% 的光可從該元件射出。其餘的光會被吸收或反射擇一進行。光提取層(例如，光提取層 120)可散射 OLED 所產生的光。此散射作用可改變光子方向，使得原本因缺乏光提取層而會被吸收或反射的光子改為發射出去，從而增進 OLED 元件的光提取效率。可例如藉由具有粗糙界面的光提取層 120 或使光提取層 120 內部具有顆粒、界面或孔隙可造成此散射作用。

【0039】 本文中所述的態樣可使光輸出率提高 1.2 倍、1.5 倍、1.7 倍、2.0 倍或更高。

【0040】 在某些實施例中，光提取層 120 可形成在該基底基板 110 上。在實施例中，當光提取基板 100 與 OLED 170 耦合時，光提取層 120 配置在該 OLED 170 與該基底基板 110 之間。在此實施例中，該光的路徑首先通過該光提取層 120 且隨後通過該基底基板 110。此外，該光提取層或 OLED 可形成在一上方已具有附加材料或圖案化特徵的基板上。

【0041】 在某些實施例中，光提取層 120 包括無機氧化物、金屬氧化物或類金屬氧化物 (metalloid oxide)。在某些實施例中，光提取層 120 可包括具有 1.2 至 2.0 之折射率的無機氧化物、金屬氧化物或類金屬氧化。在某些

實施例中，在某些實施例中，光提取層120具有1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9或2.0或介於此等值間之任何範圍中的折射率。在某些實施例中，該光提取層所具有的折射率是該基板之折射率 ± 0.7 、 ± 0.6 、 ± 0.5 、 ± 0.4 、 ± 0.3 、 ± 0.25 、 ± 0.2 、 ± 0.15 、 ± 0.1 或 ± 0.05 的範圍內。在某些實施例中，該光提取層所具有的折射率落在該平坦化層130之折射率的AAA範圍內。在某些實施例中，該光提取層所具有的折射率是該第一電極140或該OLED 170之折射率 ± 0.7 、 ± 0.6 、 ± 0.5 、 ± 0.4 、 ± 0.3 、 ± 0.25 、 ± 0.2 、 ± 0.15 、 ± 0.1 或 ± 0.05 的範圍內。

【0042】 該氧化物材料可為顆粒形式，例如奈米顆粒或微米顆粒。例如，當使用標準技術(例如，雷射繞射法、動態光散射法或影像分析法)測量時，該等顆粒在沿著顆粒的最長軸上可具有10奈米(nm)至1微米(μm)的平均直徑。例如，光提取層120可包括 TiO_2 (即，二氧化鈦)。在某些實施例中， TiO_2 為金紅石形式或呈四方晶體對稱。在某些實施例中，光提取層120包括多孔性 TiO_2 層。例如，光提取層120可具有直徑為10奈米至1000奈米的孔隙。在某些實施例中，光提取層120包括具有折射率 $n \sim 2.6$ 的金紅石 TiO_2 。

【0043】 光提取層120的厚度可在0.4微米至5微米的範圍間。在某些實施例中，光提取層120可具有0.5微米

至2微米的厚度。在某些實施例中，光提取層120可具有0.8微米至1.7微米的厚度。

【0044】 在某些實施例中，一或更多種金屬氧化物(例如， SiO_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 或此等氧化物之組合物)可用於光提取層120。亦可使用其他無機及/或有機材料。在某些實施例中，光提取層120可具有如韓國專利申請案第2016-034791A號中所述的組成，該案以引用方式全文併入本案例中。

【0045】 在某些實施例中，平坦化層130可配置在光提取層120上。在某些實施例中，平坦化層130亦可配置成直接鄰接OLED 170，且更具體言之是鄰接該OLED 170的陽極(anode)，例如元件符號140。由於該平坦化層130可鄰接該OLED 170的陽極，因此以原子力顯微鏡測量時，該平坦化層130的表面應具有高的平坦度，以避免降低該OLED 170的電子特性。因此，該平坦化層130應具有足夠的厚度以用來整平該光提取層120的表面粗糙度。在某些實施例中，該平坦化層130的厚度可在0.1微米至5微米的範圍間。在某些實施例中，該平坦化層130的厚度可在0.5微米至1微米的範圍間。在某些實施例中，該平坦化層130的厚度可為0.7微米。

【0046】 可由有機材料、無機材料或有機與無機材料的混合材料來形成該平坦化層130。在某些實施例中，該平坦化層包括相同材料或不同材料的複數個層。在某些實施例中，可使用矽氧烷，例如具有折射係數 $n = 1.3 \sim 1.5$ 的

聚二甲基矽氧烷(*polydimethylsiloxane*，*P D M S*)。在某些實施例中，該平坦化層130可由金屬氧化物所形成，例如 *M g O*、*A l₂O₃*、*Z r O₂*、*S n O₂*、*Z n O*、*S i O₂*或*T i O₂*，或上述金屬氧化物的組合物。在某些實施例中，平坦化層130可具有如韓國專利申請案第2016-034791A號中所述的組成，該案以引用方式全文併入本案中。

【0047】 在某些實施例中，該光提取基板100在位於該光提取層120之遠端(*distal*)處或反面處的該基底基板110之表面上進一步包括外部光提取層(*external light extraction layer*)或其他材料層。位在該基板之反面上的此層可經圖案化或是連續的。此外部光提取層可包括膜、顆粒或對該基底基板110所做的修飾。外部光提取層的實例包括該基底基板110的經蝕刻表面、高折射率顆粒的奈米顆粒塗層(視情況需要可將該等高折射率顆粒混在低折射率基質或折射率與該基底基板110相匹配之基質中)、包含光提取特徵的聚合物膜，等等。

【0048】 亦如第1圖中所示，在某些實施例中，*O L E D* 170可配置在光提取基板100上。在某些實施例中，*O L E D* 170可配置在平坦化層130上。*O L E D* 170亦可配置在光提取層120上。在某些實施例中，可在光提取基板100上配置複數個*O L E D* 170。此等*O L E D*可採用彼此間互為水平或垂直的方式來配置。

【0049】 O L E D 在所屬技術領域中為人所熟知，且可使用任何合適的 O L E D 結構。例如，O L E D 170 可包括第一電極 140 及第二電極 160。第一電極 140 可為陽極 (a n o d e)，及第二電極 160 可為陰極 (c a t h o d e)，或反之亦然。在某些實施例中，第一電極 140 可為透明的且可由銦錫氧化物 (I T O) 或其他透明電極材料所製成。第二電極 160 可為透明或反射性的，例如金、銀、銅或鋁層。

【0050】 有機層 150 可配置在第一電極 140 與第二電極 160 之間。當在第一電極 140 與第二電極 160 之間施加電壓時，有機層 150 會發光。有機層 150 可包括複數個子層，及該等子層中的一子集 (s u b s e t) 可發光。

【0051】 如以上所論述般，通常使用烤爐以熱處理法 (t h e r m a l p r o c e s s) 形成光提取基板。舉例言之，以下表 1 示出用於形成光提取基板之膜層的典型熱處理要求的實例。

表 1					
	材料	濕厚度 (微米)	乾燥溫度 (°C)/時間 (秒)	燒結溫度 (°C)/時間(分 鐘)	條件
層 1	TiO ₂ 中含 有 SiO ₂	8	150°C/30 秒	500°C/30 分 鐘	霧度 – 60-80% T(%) – 60-80% (霧度計) 變動<10%
層 2	TiO ₂	9	150°C/30 秒	200°C/30 分 鐘	厚度：~0.8 微米 變動<10%
層 3	矽氧烷	13.5	120°C/30 秒	230°C/5 分鐘	厚度：~1 微米 粗糙度<100 奈米 變動<10%

【0052】 在表1所示的實例中，層1可包括摻有 SiO_2 顆粒(二氧化矽)的 TiO_2 基質，層2可為 TiO_2 層，及層3可為有機或無機平坦化層(例如，矽氧烷)。三層皆在UV範圍內具有吸收作用。藉著此高折射率基質(high index matrix)及 SiO_2 與 TiO_2 之間的折射率差異，該光提取基板可散射並提取更多的光。為了製作此等堆疊層，可先以狹縫擠壓式塗佈(slot-die coating)製程在玻璃基板(例如，0.1毫米的Corning® Willow®玻璃或0.5毫米至0.7毫米的Corning® EAGLE®玻璃)上塗佈三種塗層溶液，隨後進行乾燥及熱處理步驟。如以上所論述，本文中所揭示光提取基板的某些實施例僅包括層2(光提取層)及層3(平坦化層)的等效物。可採用連續捲對捲式處理(continuous roll-to-roll processing)或可使用針對不連續板做最佳化後的製程來形成該等塗佈於基底基板110的層。除了狹縫擠壓式塗佈法之外，可使用能製造連續膜層或圖案化膜層的替代的溶液型塗佈及印刷製程。塗佈於基底基板110的該複數層不需使用相同的製程來形成。

【0053】 如表1所示，使用烤爐進行用來形成層1及層2的典型熱處理製程每一層需要約30分鐘。就層1而言，所需要的處理溫度約 500°C 。此等處理時間及溫度不利於製造且耗能。

【0054】 本發明描述用來形成OLED光提取基板及諸如此類者可大幅降低總製程時間且從而降低製造成本的

光熱處理製程。本文中所揭示的該等光熱處理製程可用來例如製造以上所論述的光提取基板100。

【0055】 一態樣包括用來形成光提取基板的第一方法，該方法包括在基底基板110上配置前驅物材料，及光熱處理該前驅物以形成多孔性光熱處理光提取層。某些實施例進一步包括在該第一光熱處理光提取層上配置一第二層。在某些實施例中，該第二層包括平坦化層130。在某些實施例中，在該第一層及該第二層上配置附加層。該等附加層包括一或更多個電極層及一或更多個用於發光的有機層。

【0056】 另一態樣包括一種方法，該方法包括在該基底基板上配置雙層式前驅物，其中該雙層式前驅物包括與該基底基板鄰接的第一層(該第一層包括無機氧化物及有機黏合劑)及與該第一層鄰接的第二層，該第二層包括無機聚合物層，隨後對該雙層式前驅物進行操作以形成光提取層及平坦化層，其中操作(acting)的步驟包括以光熱處理該雙層式前驅物的其中至少一層。

【0057】 在某些實施例中，該前驅物是由包含無機氧化物、金屬氧化物、或類金屬氧化物及有機黏合劑的顆粒所組成。該前驅物中的無機氧化物顆粒可包括一或更多種金屬氧化物，例如 SiO_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 或上述金屬氧化物之組合物。該等無機顆粒可為顆粒形式，例如奈米顆粒或微米顆粒。例如，使用標準技術(例如，雷射繞射法、動態光散射法或影像分析法)測量時，該等顆粒在沿

著顆粒的最長軸上可具有10奈米至1微米的平均直徑。例如，光提取層120可包括 TiO_2 (即，二氧化鈦)。在某些實施例中， TiO_2 為金紅石形式或呈四方晶體對稱。在某些實施例中，光提取層120包括多孔性 TiO_2 層。例如，光提取層120可具有直徑為10奈米至1000奈米的孔隙。在某些實施例中，光提取層120包括具有折射率 $n \sim 2.6$ 的金紅石 TiO_2 。

【0058】 該前驅物進一步包括有機黏合劑。該有機黏合劑可包括可與本發明系統搭配使用的任何已知或未知有機(視需要可為聚合性)黏合劑材料。實例包括聚乙二醇(polyethylene glycol)、聚環氧乙烷(polyethylene oxide)、聚乙烯醇(polyvinyl alcohol)、聚乙烯吡咯啉酮(polyvinyl pyrrolidone)、聚丙烯酸(polyacrylic acid)，等等。在某些實施例中，該光熱處理會活化、修飾或增進該有機黏合劑的黏著特性。

【0059】 該前驅物可進一步包括一或更多種溶劑。可用的溶劑包括水、乙醇、甲醇，等等。該光熱處理製程可用來去除部分或全部的該溶劑。在某些實施例中，使用光熱處理前置步驟(pre-photo-thermal treatment step)來減少或去除實質全部的該溶劑。在此等實施例中，該光燒結步驟可進一步降低溶劑含量(solvent level)或進一步乾燥該前驅物。

【0060】 該雙層式前驅物包括以上前驅物的所有態樣，且進一步包括第二層，該第二層包括預平坦化層

(pre-planarization layer)。以可防止兩層實質混合的方式將該雙層式前驅物塗佈在該基底基板上。該預平坦化層應具有足夠的厚度以用來整平該第一層的任何表面粗糙。在某些實施例中，該預平坦化層的厚度可在0.1微米至5微米的範圍間。在某些實施例中，該預平坦化層的厚度可在0.5微米至1微米的範圍間。在某些實施例中，該預平坦化層130的厚度可為0.7微米。

【0061】 可由有機材料、無機材料或有機與無機材料的混合材料來形成該預平坦化層。在某些實施例中，該預平坦化層包括相同材料或不同材料的複數個層。在某些實施例中，可使用矽氧烷，例如具有折射係數 $n = 1.3 \sim 1.5$ 的聚二甲基矽氧烷(PDMS)。在某些實施例中，該預平坦化層130可由金屬氧化物(視需要可混於載劑中)所形成，例如MgO、Al₂O₃、ZrO₂、SnO₂、ZnO、SiO₂或TiO₂，或上述金屬氧化物的組合物。在某些實施例中，預平坦化層130可具有如韓國專利申請案第2016-034791A號中所述的組成，該案以引用方式全文併入本案中。

【0062】 在某些實施例中，該雙層式前驅物包括經熱處理的前驅物，該經熱處理前驅物形成了光提取層，隨後塗佈預平坦化層，且使該預平坦化層經光熱處理。在此等實施例中，該光熱處理可用於啟動或引起該預平坦化層反應以形成該平坦化層。此可透過光致反應(photo-reaction)、光引發反應

(photo-initiation)、溶劑去除或其他光系製程來進行。

【0063】 該前驅物形成多孔性光提取層120。在某些實施例中，可藉著光熱處理該前驅物來形成該多孔性光提取層。此光提取層具有本文中所列出之光提取層的性质－在某些實施例中，光提取層120包括無機氧化物、金屬氧化物或類金屬氧化物。在某些實施例中，一或更多種金屬氧化物(例如， SiO_2 、 TiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 或此等金屬氧化物之組合物)可用於光提取層120。亦可使用其他無機及/或有機材料。在某些實施例中，光提取層120可具有如韓國專利申請案第2016-034791A號中所述的組成，該案以引用方式全文併入本案例中。該氧化物材料可為顆粒形式，例如奈米顆粒或微米顆粒。例如，使用標準技術(例如，雷射繞射法、動態光散射法或影像分析法)測量時，該等顆粒在沿著顆粒的最長軸上可具有10奈米至1微米的平均直徑。例如，光提取層120可包括 TiO_2 (即，二氧化鈦)。在某些實施例中， TiO_2 為金紅石形式或呈四方晶體對稱。在某些實施例中，光提取層120包括多孔性 TiO_2 層。例如，光提取層120可具有直徑為10奈米至1000奈米的孔隙。在某些實施例中，光提取層120包括具有折射率 $n \sim 2.6$ 的金紅石 TiO_2 。

【0064】 光提取層120的厚度可在0.4微米至5微米的範圍間。在某些實施例中，光提取層120可具有0.5微米

至2微米的厚度。在某些實施例中，光提取層120可具有0.8微米至1.7微米的厚度。

【0065】 某些實施例進一步包括在該第一光熱處理光提取層上配置第二層。在某些實施例中，該第二層包括預平坦化層，該預平坦化層是需要可經光燒結以形成平坦化層130。此等實施例中的該預平坦化層及平坦化層具有上述該等性質。

【0066】 待該第一層及選用性的第二層配置在該基底基板上之後，可配置一或更多個附加層以形成OLED元件。該等附加層可包括一或更多個電極層及一或更多個用於發光的有機層。

【0067】 本文中所述的光熱處理方法包括與美國專利申請案公開號第2013/0043221號及美國專利申請案公開號第2015/0181714號中所述的技術方案，該兩案皆以引用方式全文併入本案。該等方法通常使用至少在UV範圍內的光。特定而言，該光應在300奈米至400奈米的範圍中，但通常可更廣或更窄，達到180奈米至1000奈米或350奈米至400奈米的波長。為了產生所需的高能量，該等方法通常使用脈衝光技術。閃光燈式裝置可用來產生本文所述該等方法所需要的高能量脈衝。本文中所描述的該等光熱處理性質適用於閃光燈式裝置，但亦可適用於能產生高能量的同調光源(coherent light source)或其他光源。無需使整個基板全暴露於該光燒結能量下，

而是可局部控制該光燒結步驟，使得該基板僅所選定的區域接受曝光。

【0068】 該光源可以單發模式、叢發模式(接連地射出多發，隨後有一段時間延遲)或連續模式(規律的脈衝間隔)進行脈衝。該等脈衝的重複率可為1 Hz至1000 Hz，例如1 Hz～100 Hz、100 Hz～500 Hz，等等。在1/3峰值處測得的脈衝持續時間可為1微秒至100毫秒。在某些實施例中，脈衝持續時間為0.1毫秒至20毫秒、50微秒～500微秒或50微秒～100微秒。

【0069】 脈衝能量可為1～5000焦耳/脈衝、50～5000焦耳/脈衝、100～5000焦耳/脈衝、20～2000焦耳/脈衝、50～2000焦耳/脈衝、100～2000焦耳/脈衝、500～5000焦耳/脈衝、500～2000焦耳/脈衝、1～100焦耳/脈衝、1～200焦耳/脈衝、1～300焦耳/脈衝、1～500焦耳/脈衝、1～1000焦耳/脈衝、100～4000焦耳/脈衝或100～3000焦耳/脈衝。每脈衝傳遞至該材料的總能量可為0.01～5焦耳/平方公分/脈衝、0.01～2焦耳/平方公分/脈衝、0.01～1焦耳/平方公分/脈衝、0.01～0.5焦耳/平方公分/脈衝、0.01～0.1焦耳/平方公分/脈衝、0.1～5焦耳/平方公分/脈衝、0.1～2焦耳/平方公分/脈衝、0.1～1焦耳/平方公分/脈衝、0.1～0.5焦耳/平方公分/脈衝、0.5～5焦耳/平方公分/脈衝、0.5～2焦耳/平方公分/脈衝、0.5～1焦耳/平方公分/脈衝或1～5焦耳/平方公分/脈衝。

【0070】除了該脈衝持續時間及脈衝能量之外，脈衝衝擊在材料上的總次數也很重要。此可藉由脈衝的總次數或傳遞至該材料的總能量來測量。在某些實施例中，傳遞至該材料的總能量可為0.1焦耳/平方公分至200焦耳/平方公分。在某些實施例中，傳遞至該材料的總能量可為0.1至200焦耳/平方公分、0.1至100焦耳/平方公分、0.1至50焦耳/平方公分、0.1至25焦耳/平方公分、0.1至10焦耳/平方公分、1至200焦耳/平方公分、1至100焦耳/平方公分、1至50焦耳/平方公分、1至25焦耳/平方公分、1至10焦耳/平方公分、2至200焦耳/平方公分、2至100焦耳/平方公分、2至50焦耳/平方公分、2至25焦耳/平方公分、2至10焦耳/平方公分、5至200焦耳/平方公分、5至100焦耳/平方公分、5至50焦耳/平方公分、5至25焦耳/平方公分、5至10焦耳/平方公分、10至200焦耳/平方公分、10至100焦耳/平方公分、10至50焦耳/平方公分、10至25焦耳/平方公分、25至200焦耳/平方公分、25至100焦耳/平方公分、25至50焦耳/平方公分、50至200焦耳/平方公分或50至100焦耳/平方公分。

【0071】在某些實施例中，該光熱處理脈衝包括具有兩個或更多個階段之組合的脈衝，例如第8圖中所示者。可特別設計多階段式脈衝以提供光提取層的最佳光熱處理又不會損傷或加熱該基板或光提取層至無法接受的程度。在某些實施例中，該多階段是脈衝包括第一階段，該第一階段在能量上高於第二階段。或者，在某些實施例

中，該第二階段在能量上可能高於第一階段。在此等實施例中，該第一階段及該第二階段可包括任意數目的脈衝波形，例如高斯函數 (Gaussian)、步階函數 (step-function)、衰減函數 (decaying-function)，等等。在具有大於兩個階段的情況中，可接受對能量變化做任意排列組合以使用該等實施方法來得到期望的光燒結產物。

【0072】 在多階段式的實施例中，最高能量階段可具有約0.1毫秒至10毫秒、50~500微秒或50~100微秒的持續時間。在最高能量階段中，每脈衝的能量可為10焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝、100焦耳/脈衝至2500焦耳/脈衝或其間內的任意值。在該階段中的脈衝數目可為1至1000、1至500、1至100或1至40或範圍內的任意值。

【0073】 在多階段式的實施例中，任何非最高能量階段(「較低能量階段」)可具有0.1毫秒至10毫秒、1毫秒至10毫秒、1毫秒至5毫秒或0.1毫秒至5毫秒的持續時間。在該最高能量階段中，每脈衝的能量可為10焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝、100焦耳/脈衝至2500焦耳/脈衝或介於其間的任意值。在該階段中的脈衝數目可為1至1000、1至500、1至100或1至40或範圍內的任意值。在某些實施例中對於該等階段而言可能具有相等能量，而使得全部階段皆為較低能量階段。

【0074】 在多階段式的實施例中，當該等階段具有不同能量值時，該最高能量階段的最高能量與該最低能量階段的最高能量之比值可為1.2至12、1.5至10或2至8。

【0075】 在某些實施例中，在進行該多階段式脈衝之前，該多階段式脈衝進一步包括啟動脈衝，該啟動脈衝包括短持續時間、高能量的光脈衝。在包含啟動脈衝的實施例中，該啟動脈衝每脈衝的能量為該多階段式脈衝之最高脈衝能量每脈衝之能量的2倍至10倍。在某些實施例中，該啟動脈衝的脈衝能量為20焦耳/脈衝至10000焦耳/脈衝、100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝、200焦耳/脈衝至2000焦耳/脈衝或其間的任意值。該啟動脈衝可具有1微秒至1毫秒、10微秒至1毫秒、50微秒至500微秒、10微秒至100微秒或範圍內的任意值。此外，無論在何處，該啟動脈衝與該多階段式脈衝之間可具有0.01毫秒至100毫秒、0.1毫秒至50毫秒、1毫秒至10毫秒、1毫秒至5毫秒或0.1毫秒至5毫秒。

實例

【0076】 本文中揭示三個實例。此等實例不欲限制本發明。如第2圖中所示，樣本200放置在測試臺220上且與光源/閃光燈210相距50毫米以進行光熱處理。

【0077】 該閃光燈210與樣本200之間可使用其他距離，例如介於20毫米至100毫米間。在某些實施例中，可使用氙氣(Xe)閃光燈。

【0078】 本領域中熟悉該項技術者將瞭解較高的電流密度可產生連續發光作用。光譜線則較不重要，因為所產生的光跨整個光譜且通常峰值會落在或會「集中」在某個波長上。以偏向「灰體輻射」的密度能在可見光範圍中得到最佳輸出效率(即，弧光會產生幾乎連續的發光，但其本身的光仍幾乎是透明的(*translucent*))。對於氙氣而言，灰體輻射集中在光譜上的綠光附近且產生正確組合而得到白光。以高於2400安培/平方公分(A/cm^2)的電流密度產生灰體輻射。

【0079】 相較之下，極高的電流密度(接近4000安培/平方公分)傾向於產生「黑體輻射」。由於電流密度變得更高，在視覺上，氙氣的輸出光譜會落在具有9800凱氏溫度(*Kelvin*)之色溫的黑體輻射體之光譜上。除非在需要強烈UV光的情況下，否則通常不欲使用黑體輻射，因為該弧光變成不透明，且來自該弧光內的大多數輻射在到達表面之前就可能被吸收掉，而降低輸出效率。

【0080】 第3圖分別示出表1中之層1、層2及層3的吸收曲線301、吸收曲線302及吸收曲線303。第3圖示幾乎出所有的吸收作用都發生在小於400奈米波長的UV範圍內。使用高能量曝光UV脈衝光來處理光提取基板的膜層時，利用掃描式電子顯微鏡(*SEM*)及熱重分析(*TGA*)進行確認，發現較短的燒結時間(少於10分鐘)能提供與習知熱燒結法相似或更佳的结果。以此方式，可使用光子

燒結製程來控制該材料及層120和層130的結構性質，舉例而言，例如孔隙度、內應力及光學性質和電性。

實例1

【0081】 在第一實例中，使用位於麻薩諸塞州威明頓市的氙氣公司(Xenon Corporation)所製造的S-1000閃光燈裝置來光燒結樣本。該S-1000裝置具有範圍在290焦耳/脈衝~830焦耳/脈衝的可調整曝光強度且具有三種曝光面積選項：7.6公分x7.8公分、1.9公分x30公分及30.5公分x30.5公分。在第一實例中，該閃光燈設定為：3Hz的頻率、500微秒的脈波寬度(持續時間)及3.8千伏特(kV)的最大電壓。光熱處理的持續時間為1分鐘、3分鐘、6分鐘、9分鐘及12分鐘。

【0082】 使用SEM及TGA分析經UV曝光的樣本以確認處理狀況。第4(a)圖至第4(e)圖分別示出未處理之樣本(即，未經熱燒結或光燒結)、經爐處理之樣本及曝光6分鐘、9分鐘及12分鐘之樣本的SEM影像。

【0083】 第5圖示出未處理之樣本(As)501、經爐處理之樣本502及以UV處理不同時間之樣本(1分鐘、3分鐘、6分鐘、9分鐘及12分鐘—分別以線503、線504、線505、線506及線507來表示)的TGA資料。該未處理之樣本501顯示在200°C及300°C處有兩個主要波峰，此表示大部分的有機物被去除。較低的重量損失表示該樣本中留下較少有機物種。在此實例中，經爐處理之樣本502用來作為對照組。因此，第5圖顯示出，相較於該經爐處

理的樣本502而言，該等經閃光燈曝光6分鐘或更久(即，6分鐘(505)、9分鐘(506)及12分鐘(507))的樣本具有相似或較小的熱重損失。當相較於對照組樣本，經閃光燈曝光1分鐘(503)及3分鐘(504)的樣本顯示出更多的重量損失。此等結果證明使用光熱處理製程以大幅縮短的處理時間來黏著光提取基板且相較於烤爐處理可達到相似或較佳結果是可行的。

實例2

【0084】 在第二實例中，使用位於麻薩諸塞州威明頓市之氙氣公司所製造的S-2300閃光燈裝置進行光熱處理。以下表2示出用於處理實例2之各樣本的條件。以範圍在100焦耳/脈衝至3000焦耳/脈衝間的脈衝能量來曝光所有樣本。使用150微秒、200微秒、500微秒及3000微秒的脈波寬度。使用0.5Hz、0.6Hz、3Hz、4Hz及10Hz的頻率。曝光時間為4分鐘或6分鐘其中任一者。表2亦列出各個樣本的霧度(haze)及透明度(transmission)值。視所使用的系統而定，每脈衝的能量輸出可在100焦耳/脈衝至3000焦耳/脈衝的範圍間。樣本所接收的總能量取決於脈衝的頻率及持續時間而定。

表2						
樣本編號	霧度/透明度	焦耳/脈衝	輪廓/寬度(微秒)	頻率(Hz)	持續時間(分鐘)	Δm
#1	83/71	455	500	3	6	3.55%
#2	83/72	455	500	3	6	7.52%
#3	86/74	455	500	3	4	9.27%
#4	86/74	2730	3000	0.5	6	8.47%
#5	85/74	2730	3000	0.5	4	8.14%

#6	85/74	136	150	10	6	7.45%
#7	85/74	136	150	10	4	7.94%
#14	87/73	455	500	4	4	6.69%
#15	87/73	182	200	10	4	6.99%
#16	85/74	2730	3000	0.6	4	6.48%

【0085】 表2中的質量百分比變化率(Δm)表示利用TGA測量經光燒結製程之後的有機殘留物的量，以該經光燒結之樣本的重量%(wt%)來表示。進行該TGA法到高達至少500°C，此溫度預期可去除(且偵測質量變化)該等樣本中所有的有機殘留物。每個樣本的 Δm 值少於10重量%且多數樣本少於8重量%，表示該經光燒結之樣本中少於10重量%(或少於8重量%)是有機材料。相較之下，如第5圖中所示，未燒結之樣本(As)的 Δm 為約12.89%。

【0086】 第6(a)圖至第6(c)圖示出實施例2中所使用之脈波寬度的實例。更明確言之，第6(a)圖至第6(c)圖分別示出150微秒、500微秒及300微秒的脈波寬度。如第6(a)圖至第6(c)圖中所指示，在3000伏特(3kV)的裝置電壓下每個脈衝在100焦耳/脈衝至3000焦耳/脈衝的範圍內。在某些實施例中，脈衝之間可具有10866微秒的脈衝間隙(pulse gap)。該脈衝間隙的持續時間可取決於該等脈衝的頻率而定。

【0087】 第7圖示出實施例2之表2中該等樣本的TGA資料。線701、線702、線703、線704、線705、線706、線707、線714、線715、線716分別代表樣本1、樣本2、

樣本 3、樣本 4、樣本 5、樣本 6、樣本 7、樣本 14、樣本 15 及樣本 16。

實例 3

【0088】 在第三實例中，使用位於麻薩諸塞州威明頓市之氙氣公司所製造的 S-2300 閃光燈裝置的兩階段功能進行某些樣本的光熱處理。此功能拉長了該脈衝尾部。對於其他樣本，使用位於麻薩諸塞州威明頓市之氙氣公司所製造的 S-801 裝置進行光熱處理。該 S-801 裝置能夠達到較高頻率。

【0089】 第 8 圖示出該閃光燈之雙階段式脈衝函數的概要圖。如第 8 圖中所示，在第一階段 801 期間，輸出能量可在第一部分期間提高至達到峰值且隨後在第二部分期間下降。例如，該輸出電壓可提高至 100 焦耳/脈衝～3000 焦耳/脈衝且隨後在第二部分期間下降。在第二階段 802 期間，該輸出電壓可在該第一階段之終點處起維持恆定。完成該第二階段 802 時，可結束該脈衝，且輸出能量可降至零。在某些實施例中，該第一階段 801 的持續時間可為 200 微秒。在某些實施例中，該第二階段 802 的持續時間可為 2000 微秒。在某些實施例中，脈衝之間可有 10866 微秒的脈衝間隙。

【0090】 以下表 3 示出實例 3 中用於各樣本的試驗條件。使用 S-2300 裝置處理的所有樣本皆曝光於具有 100 焦耳/脈衝～3000 焦耳/脈衝之振幅的脈衝。S-2300 裝置使用 150 微秒及 200 微秒的脈波寬度。S-801 裝置使用

3 4 微 秒 及 1 6 8 微 秒 的 脈 波 寬 度 。 S - 2 3 0 0 裝 置 使 用 1 0 H z 的 頻 率 。 S - 8 0 1 裝 置 使 用 1 5 H z 及 1 0 0 H z 的 頻 率 。 每 個 樣 本 的 曝 光 時 間 為 1 分 鐘 、 2 分 鐘 、 3 分 鐘 或 4 分 鐘 其 中 之 一 。 表 3 亦 列 出 每 個 樣 本 的 霧 度 及 透 明 度 值 。

表 3						
樣本編號	霧度/透明度	脈衝/振幅 (焦耳/脈衝)	輪廓/寬度 (微秒)	頻率 (Hz)	持續時間 (分鐘)	裝置
#S1	70	136	150	10	3	S-2300
#S2	71	136	150	10	2	S-2300
#S3	74	136	150	10	1	S-2300
#S4	70	182	200	10	3	S-2300
#S5	70	182	200	10	2	S-2300
#S6	72	182	200	10	1	S-2300
#S7	75	182	200	10	1	S-2300 (第二脈衝： 2000 伏特，200 微秒)
#S8	71	182	200	10	1	S-2300 (第二脈衝： 2000 伏特，2000 微秒)
#S9	72	19	34	100	4	S-801
#S10	71	19	34	100	3	S-801
#S11	71	19	34	100	2	S-801
#S12	72	19	34	100	1	S-801
#S13	74	231	168	15	4	S-801
#S14	69	231	168	15	3	S-801
#S15	71	231	168	15	2	S-801
#S16	70	231	168	15	1	S-801

【 0 0 9 1 】 第 9 (a) 圖 至 第 9 (b) 圖 示 出 實 施 例 3 之 表 3 中 該 等 樣 本 的 T G A 資 料 。 第 9 (a) 圖 示 出 使 用 S - 2 3 0 0 裝 置 進 行 曝 光 之 樣 本 的 T G A 資 料 。 第 9 (b) 圖 示 出 使 用 S - 8 0 1 裝 置 進 行 曝 光 之 樣 本 的 T G A 資 料 。 在 第 9 (a) 圖 中 分 別 以 線 9 0 1 、 線 9 0 2 、 線 9 0 3 、 線 9 0 4 、 線 9 0 5 、 線 9 0 6 、 線 9 0 7 及 線 9 0 8 代 表 樣 本 S 1 、 樣 本 S 2 、 樣 本 S 3 、 樣 本 S 4 、 樣 本 S 5 、 樣 本 S 6 、 樣 本 S 7 及 樣 本 S 8 。 在 第 9 (b) 圖 中 分 別 以 線 9 0 9 、 線 9 1 0 、 線 9 1 1 、 線 9 1 2 、 線 9 1 3 、 線 9 1 4 、 線 9 1 5 及 線 9 1 6 代 表 樣 本 S 9 、 樣 本 S 1 0 、 樣 本 S 1 1 、 樣 本

S 1 2、樣本 S 1 3、樣本 S 1 4、樣本 S 1 5 及樣本 S 1 6。第 9 (a) 圖示出具有拉長的脈衝尾部的該雙階段式脈衝（例如，樣本 S 7 (9 0 7) 及樣本 S 8 (9 0 8)）明顯增進了該光熱處理效能。重要的是，用於此等樣本的曝光時間僅為 1 分鐘。

【0092】 第 10 圖將來自實施例 3 的 5 個樣本：S 7、S 8、S 1 2、S 1 5 及 S 1 6（分別以線 1 0 0 7、線 1 0 0 8、線 1 0 1 2 及線 1 0 1 5 來代表），該等樣本與未處理之樣本 1 0 0 1 及經爐處理的樣本 1 0 0 2 進行比較。S 1 6 樣本 (1 0 1 6) 是使用 S - 8 0 1 裝置進行曝光（在此例子中為 2 3 1 焦耳 / 脈衝、1 6 8 微秒的脈波寬度、1 5 H z 的頻率），第 1 0 圖示出該 S 1 6 樣本 (1 0 1 6) 具有與該經爐處理之樣本相似的燒結結果。重要的是，該 S 1 6 樣本 (1 0 1 6) 在僅 1 分鐘以內達成此等結果，而該經爐處理之樣本需要熱燒結 3 0 分鐘。

實例方法

【0093】 第 11 圖示出用於製作本文中所揭示之光提取基板 1 0 0 的實例方法 1 1 0 0。在第 11 圖中所示的實施例中，在步驟 1 1 1 0，可在基底基板 1 1 0 上配置光提取層 1 2 0 的前驅物。該前驅物及基底基板 1 1 0 可例如以噴塗塗佈於基底基板 1 1 0 上或利用狹縫擠壓式塗佈法或旋塗法或任何其他適用於形成塗層的方法來加以配置。在步驟 1 1 2 0，可乾燥該前驅物。在某些實施例中，該前驅物可於 1 5 0 ° C 真空乾燥 3 0 秒。亦可於升高溫度下進行乾燥而無需真空。

【0094】 在步驟1130，該前驅物及基底基板110可經光熱處理以形成該光提取層120。在某些實施例中，該光熱處理的持續時間少於10分鐘。在某些實施例中，該光熱處理的持續時間可為1分鐘至4分鐘。在某些實施例中，該光熱處理的持續時間可為1分鐘。

【0095】 在某些實施例中，該光熱處理可包括以脈衝方式供能的閃光燈(例如，Xe閃光燈)來曝光該前驅物。在某些實施例中，每個脈衝可具有150微秒至500微秒的寬度。如上述，在某些實施例中，該等脈衝可具有第一階段，於該第一階段中，來自該閃光燈的能量輸出在該第一階段的第一部分期間內升高且在第一階段的第二部分期間內下降，及該等脈衝可具有第二階段，在該第二階段中，來自該閃光燈的能量輸出為恆定。在步驟1130的光燒結步驟可具有本文中所述(例如在實例1至實例3中所描述)的該等特性(例如，持續時間、脈波寬度、頻率及振幅)中的任何特性。

【0096】 在步驟1140，可在該光提取層120上配置平坦化層130。在步驟1150，可乾燥該平坦化層130。在某些實施例中，該平坦化層130可於120°C下真空乾燥30秒。亦可於升高溫度下進行乾燥而無需真空。

【0097】 在步驟1160，該平坦化層130可經光熱處理。在步驟1160的光熱處理可具有本文中所述(例如在實例1至實例3中所描述)的該等特性(例如，持續時間、脈波寬度、頻率及振幅)中的任何特性。

【0098】 所屬領域的技術人員將瞭解到，有些實施例可能不包括某些步驟及有些實施例可能包括附加步驟。例如，在步驟1110之前，基底基板110可先進行濕式清洗(步驟1105)，及該光提取基板100可在步驟1160之後進行濕式清洗(步驟1165)。

【0099】 再者，儘管第11圖示出含有光提取層120及平坦化層130的方法，但亦可包含附加層。例如，可使用相同的方法形成第二光提取層。在某些實施例中，在進行光熱處理之前，可於基底基板110上配置一個以上的層。例如，在進行光熱處理之前，可使光提取層120及平坦化層兩者以一層疊在另一層上的方式皆配置在基底基板110上。因此，可在同一時間光熱處理一個以上的層。或作為另一個替代實例，層120及層130可兩者皆塗佈在基底基板110上且隨後依據不同材料的吸收作用及光熱處理的曝光安排(*exposure configuration*)來進行後續處理製程。儘管該等層堆疊在一起，但可在處理層130之前，先處理層120，或可在處理層120之前，先處理層130。又，可在已沉積或圖案化附加層(例如，ITO)之後，才完成光熱處理步驟。在此情況下，該光熱處理製程可額外用來退火該ITO層。該光熱處理曝光可與加熱步驟結合使用，在此情況下，除了由該熱基線製程所產生的任何效應之外，還會產生光子效應。當基板110及層120及/或層130為平面狀態(水平或垂直或以角度配置)或為曲面時，可進行該光熱處理製程。可使用不同的曝光燈具以不

同操作條件(有些燈位在該基板上方及有些燈位在該基板下方、透過該基板來曝光)進行該複數個層的光熱處理曝光。在此情況中，該基底基板110的光學透明度是一項優勢。又，該光熱處理曝光可用來產生圖案化結構(包括層120及層130的水平圖案化或梯度(*gradients*))及產生組成物的垂直梯度、孔隙度、或該等膜中的其他性質。

【0100】 在某些實施例中，於步驟1170，可配置OLED 170以與該光提取基板100鄰接。在某些實施例中，OLED 170連同光提取基板100可納入一裝置內，例如，可攜式資訊裝置、相機、手錶、辦公設備、交通工具的資訊顯示視窗、電視(TV)、顯示裝置、照明裝置及其他電子裝置。

【0101】 儘管文中已描述各種實施例，但該等實施例僅做示範之用，而非限制。應瞭解，基於本文中提供的教示及指導，此等調整及修飾應視為落入所揭示實施例之等效物的意義及範圍內。因此所屬領域中之技術人員將瞭解到可在不偏離本發明精神與範疇下，對文中所揭示的實施例做出形式及細節上的各種變化。所領域中的技術人員將理解，本文中所提供之該等實施例的要件未必互相排斥，而可能可以互換使用以滿足各種不同需要。

【0102】 應瞭解，文中所使用的措辭及術語是作為描述目的之用而非限制之用。本發明的廣度及範疇不應受到任何上述示例性實施例所限制，而是應僅由後附請求項及其等效物所界定。

【符號說明】

【 0 1 0 3 】

1 0 0

1 0 0 光提取基板

1 1 0 基底基板

1 2 0 光提取層

1 3 0 平坦化層

1 4 0 第一電極 / 陽極

1 5 0 有機層

1 6 0 第二電極

1 7 0 O L E D

2 0 0 樣本

2 1 0 光源 / 閃光燈

2 2 0 測試臺

3 0 1 吸收曲線

3 0 2 吸收曲線

3 0 3 吸收曲線

5 0 1 樣本

5 0 2 樣本

5 0 3 樣本

5 0 4 樣本

5 0 5 樣本

5 0 6 樣本

5 0 7 樣本

7 0 1 線

7 0 2 線

7 0 3 線

7 0 4 線

7 0 5 線

7 0 6 線

7 0 7 線

7 1 4 線

7 1 5 線

7 1 6 線

8 0 1 第一階段

8 0 2 第二階段

9 0 1 線

9 0 2 線

9 0 3 線

9 0 4 線

9 0 5 線

9 0 6 線

9 0 7 線

9 0 8 線

9 0 9 線

9 1 0 線

9 1 1 線

9 1 2 線

9 1 3 線

9 1 4 線

9 1 5 線

9 1 6 線

1 0 0 1 未處理之樣本

1 0 0 2 經爐處理之樣本

1 0 0 7 線

1 0 0 8 線

1 0 1 2 線

1 0 1 5 線

1 0 1 6 線

1 1 0 0 方法

1 1 0 5 步驟

1 1 1 0 步驟

1 1 2 0 步驟

1 1 3 0 步驟

1 1 4 0 步驟

1 1 5 0 步驟

1 1 6 0 步驟

1 1 6 5 步驟

1 1 7 0 步驟

【生物材料寄存】

【0104】 國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

【0105】 國外寄存資訊（請依寄存國家、機構、日期、
號碼順序註記）

無



201821255

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於製作有機發光二極體的光提取基板的方法及包含該基板的產品

【英文發明名稱】 PROCESSES FOR MAKING LIGHT EXTRACTION SUBSTRATES FOR AN ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE AND PRODUCTS INCLUDING THE SAME

【中文】

一種方法，包括提供基底基板及在該基底基板上配置前驅物。該前驅物包括第一材料的粉狀顆粒及有機黏合劑。該方法包括光熱處理該前驅物以形成光提取層。該光熱處理包括使該前驅物暴露於脈衝通電的閃光燈下。該方法進一步包括配置有機發光二極體以與該光提取層鄰接。

【英文】

A process includes providing a base substrate and disposing a precursor on the base substrate. The precursor includes powdered particles of a first material and an organic binder. The process includes photo-thermally treating the precursor to form a light extraction layer. The photo-thermal treatment includes exposing the precursor to a flash lamp that is energized in pulses. The process further includes disposing an organic light emitting diode adjacent to the light extraction layer.

【指定代表圖】第（1）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 光提取基板

1 1 0 基底基板

1 2 0 光提取層

1 3 0 平坦化層

1 4 0 第一電極 / 陽極

1 5 0 有機層

1 6 0 第二電極

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】 一種具有一光輸出的物品，該物品包括：

一光產生層；

一基底基板，該基底基板具有：

一第一表面，

一第二表面，及

至少一邊緣表面；

一多孔性光熱處理光提取層，該多孔性光熱處理光提取層鄰接該基底基板的該第一表面且位在該基底基板與該光產生層之間，該多孔性光熱處理光提取層具有 10 奈米至 1000 奈米的一平均孔隙直徑且包含一無機氧化物之顆粒，該等顆粒具有 10 奈米至 1 微米的一平均直徑；及

其中該多孔性光熱處理光提取層使該物品的光輸出提高 1.7 倍或更高。

【第 2 項】 如請求項 1 所述之物品，其中該多孔性光熱處理光提取層使該光輸出提高 2 倍或更高。

【第 3 項】 如請求項 1 所述之物品，進一步包括一平滑層，該平滑層包括與該光熱處理光提取層鄰接的一無機聚合物。

【第 4 項】 如請求項 3 所述之物品，其中該無機聚合物包括一矽氧烷，該矽氧烷具有 1.3 至 1.5 的一折射率。

【第5項】如請求項1所述之物品，其中該無機氧化物包括 TiO_2 。

【第6項】如請求項1所述之物品，其中該光熱處理光提取層包括一第二無機氧化物，該第二無機氧化物包括 SiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 或上述無機氧化物之組合物。

【第7項】如請求項1所述之物品，其中該光產生層包括與該光熱處理光提取層鄰接的一 OLED 積層，及其中，當該平滑層存在時，該平滑層位在該光熱處理光提取層與該 OLED 積層之間。

【第8項】如請求項1所述之物品，進一步包括對該基底基板之該第二表面的至少一修飾，其中該修飾使該物品的該光輸出進一步提高 20% 或更高，其中該至少一修飾包括一奈米顆粒塗層、一膜或蝕刻該基底基板的該第二表面。

【第9項】一種用於形成一增進光提取作用之物品的方法，該方法包括以下步驟：

提供一基底基板；

在該基底基板上配置一前驅物，該前驅物包括：

一第一材料之顆粒，該第一材料顆粒包含一無機氧化物且具有 10 奈米至 1 微米的一平均直徑；及

一有機黏合劑；及

光熱處理該前驅物以形成一多孔性光熱處理光提取

層，該多孔性光熱處理光提取層具有 10 奈米至 1000 奈米的一平均孔隙直徑，

其中該光熱處理步驟包括使該前驅物暴露於一幅射源下，該幅射源發出至少範圍在 300 奈米至 400 奈米間的輻射，及該多孔性光熱處理光提取層使該物品的光輸出提高 1.7 倍或更高。

【第 10 項】 如請求項 9 所述之方法，其中該方法進一步包括以下步驟：於該光熱處理光提取層上塗佈一包含一無機聚合物的第二層，及配置一有機發光二極體以與該無機聚合物鄰接。

【第 11 項】 如請求項 10 所述之方法，進一步包括以下步驟：配置一有機發光二極體層以與該光提取層鄰接。

【第 12 項】 如請求項 9 所述之方法，其中該幅射源包括一脈衝幅射源，該脈衝幅射源在 1/3 峰值處具有 1 微秒至 100 毫秒的一脈波寬度。

【第 13 項】 如請求項 12 所述之方法，其中每脈衝之能量為 1 焦耳至 5000 焦耳。

【第 14 項】 如請求項 12 所述之方法，其中每脈衝傳遞至該材料的能量為 0.01 焦耳/平方公分/脈衝至 1 焦耳/平方公分/脈衝。

【第 15 項】 如請求項 12 所述之方法，其中傳遞至該材料的總能量為 0.1 焦耳/平方公分至 100 焦耳/平方公

分。

【第16項】 如請求項12所述之方法，其中來自該脈衝輻射源的脈衝包括至少兩個不同階段，一第一階段及一第二階段，該第一階段包括該脈衝的一初始部分及該第二階段包括該脈衝的一後續部分，其中各階段包括一脈衝能量及脈衝持續時間。

【第17項】 如請求項16所述之方法，其中該第一階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的一能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的一持續時間，及該第二階段具有100焦耳/脈衝至5000焦耳/脈衝的一能量/脈衝及0.1毫秒至10毫秒的一持續時間。

【第18項】 如請求項16所述之方法，其中該第一階段具有100微秒至300微秒的一持續時間及該第二階段具有1000微秒至3000微秒的一持續時間。

【第19項】 如請求項16所述之方法，其中該第一階段傳遞至該材料的一總能量為0.1焦耳/平方公分至100焦耳/平方公分。

【第20項】 如請求項19所述之方法，其中該第一階段所具有的一峰值能量比該第二階段的該峰值能量高1.5倍至10倍。

【第21項】 如請求項16所述之方法，其中在該第一階段中傳遞至該材料的總能量與在該第二階段中傳遞至

該材料的總能量之比值為 1 ~ 4。

【第 22 項】 如請求項 16 所述之方法，其中該方法進一步包括一啟動脈衝，該啟動脈衝所具有的能量/脈衝是該第一階段脈衝之能量/脈衝值的 2 倍至 10 倍。

【第 23 項】 如請求項 9 所述之方法，其中該光熱處理的總持續時間為 20 秒至 10 分鐘。

【第 24 項】 如請求項 9 所述之方法，其中該光熱處理期間的一最大溫度為 150°C 或更低。

【第 25 項】 如請求項 9 所述之方法，其中該第一材料之顆粒包括 TiO_2 。

【第 26 項】 一種用於形成一增進光提取作用之物品的方法，該方法包括以下步驟：

提供一基底基板；

於該基底基板上配置一雙層式前驅物，該雙層式前驅物包括：

與該基底基板鄰接的一第一層，該第一層包括：

一無機氧化物，該無機氧化物具有 10 奈米至 1 微米的一平均直徑，及

一有機黏合劑；及

與該第一層鄰接的一第二層，該第二層包括：

一無機聚合物平滑層；

其中該第一層與該第二層實質上不混合；及

對該雙層式前驅物進行操作以形成一光提取層，
該光提取層具有 10 奈米至 1000 奈米的一平均孔隙
直徑；其中該操作包括對該雙層式前驅物中之至少
一層進行光熱處理；及

其中：

該光熱處理包括使該前驅物暴露於一發射至少範
圍在 300 奈米至 400 奈米間之輻射的輻射源，及
該多孔性光熱處理光提取層使該物品的該光輸出
提高 1.7 倍或更高。

【第 27 項】 如請求項 26 所述之方法，進一步包括配置
一光產生層而與該第二層鄰接，其中配置該光產生層
以與該光熱處理光提取層鄰接的步驟包括在該平坦化
層上製作該有機發光二極體。

【第 28 項】 如請求項 26 所述之方法，其中該輻射源包
括一脈衝輻射源，該脈衝輻射源在 1/3 峰值處測得具
有 1 微秒至 100 毫秒的一脈波寬度。

【第 29 項】 如請求項 28 所述之方法，其中每脈衝之能
量為 1 焦耳至 5000 焦耳。

【第 30 項】 如請求項 29 所述之方法，其中每脈衝傳遞
至該材料的能量為 0.01 焦耳/平方公分/脈衝至 1 焦
耳/平方公分/脈衝。

【第 31 項】 如請求項 28 所述之方法，其中傳遞至該材

料的該總能量為 0.1 焦耳/平方公分至 100 焦耳/平方公分。

【第 32 項】 如請求項 28 所述之方法，其中來自該脈衝輻射源的脈衝包括至少兩不同階段，一第一階段及一第二階段，該第一階段包括該脈衝的一初始部分及該第二階段包括該脈衝的一後續部分，其中各階段包括一脈衝能量及脈衝持續時間。

【第 33 項】 如請求項 32 所述之方法，其中該第一階段具有 100 焦耳/脈衝至 5000 焦耳/脈衝的一能量/脈衝及 0.1 毫秒至 10 毫秒的一持續時間，及該第二階段具有 100 焦耳/脈衝至 5000 焦耳/脈衝的一能量/脈衝及 0.1 毫秒至 10 毫秒的一持續時間。

【第 34 項】 如請求項 32 所述之方法，其中該第一階段具有 100 微秒至 300 微秒的一持續時間及該第二階段具有 1000 微秒至 3000 微秒的一持續時間。

【第 35 項】 如請求項 32 所述之方法，其中該第一階段傳遞至該材料的一總能量為 0.1 焦耳/平方公分至 100 焦耳/平方公分。

【第 36 項】 如請求項 35 所述之方法，其中該第一階段所具有的一峰值能量比該第二階段的該峰值能量高 1.5 倍至 10 倍。

【第 37 項】 如請求項 32 所述之方法，其中在該第一階

段中傳遞至該材料的總能量與在該第二階段中傳遞至該材料的總能量之比值為 1 ~ 4。

【第 38 項】 如請求項 32 所述之方法，其中該方法進一步包括一啟動脈衝，該啟動脈衝所具有的能量/脈衝是該第一階段脈衝之能量/脈衝值的 2 倍至 10 倍。

【第 39 項】 如請求項 26 所述之方法，其中該光熱處理的總持續時間為 20 秒至 10 分鐘。

【第 40 項】 如請求項 26 所述之方法，其中該光熱處理期間的一最大溫度為 150°C 或更低。

【第 41 項】 如請求項 26 所述之方法，其中該無機氧化物之該等顆粒包括 TiO_2 。

【第 42 項】 如請求項 9 至請求項 25 中任一項所述之方法，其中該基底基板包括一連續可撓板，及該方法包括一捲對捲式製程。

【第 43 項】 如請求項 42 所述之方法，其中該連續可撓板包括具有一 100 微米或更薄之厚度的玻璃板。

