



(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 I640112 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：103134093

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 30 日

(51)Int. Cl. : H01L51/50 (2006.01)

H01L51/56 (2006.01)

(30)優先權：2013/09/30 美國

14/042,194

(71)申請人：美商環球展覽公司(美國) UNIVERSAL DISPLAY CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：馬 瑞青 MA, RUIQING (US)；布朗 茱麗亞 J BROWN, JULIA J. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200913335A

US 2006/0054594A1

US 2012/0228601A1

審查人員：林信宏

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：8 共 37 頁

(54)名稱

製造可撓性有機發光二極體裝置的方法

METHODS TO FABRICATE FLEXIBLE OLED LIGHTING DEVICES

(57)摘要

一種在一基板上製造一有機發光裝置(OLED)之方法包括提供具有表面特徵之一模具、在該模具上形成一基板、在該基板在該模具中之同時在該基板上製造一 OLED，及自上面製造有該 OLED 之基板上移除該模具。

A method of fabricating an organic light emitting device (OLED) on a substrate includes providing a mold having surface features, forming a substrate over the mold, fabricating an OLED over the substrate while the substrate is in the mold, and removing the mold from the substrate having the OLED fabricated thereon.

指定代表圖：



170 · · · 障壁層

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】

製造可撓性有機發光二極體裝置的方法

METHODS TO FABRICATE FLEXIBLE OLED LIGHTING
DEVICES

【聯合研究協議各方名稱】

所主張之本發明由達成聯合大學公司研究協議之以下各方中之一或多者，以以下各方中之一或多者的名義及/或結合以下各方中之一或多者而作出：密歇根大學董事會、普林斯頓大學、南加州大學及環宇顯示器公司(Universal Display Corporation)。該協議在所主張的本發明之有效申請日期當天或之前即生效，並且所主張之本發明作為在該協議之範疇內進行之活動的結果而作出。

【技術領域】

本發明係關於用於製造可撓性OLED發光裝置之方法。

【先前技術】

出於若干原因，利用有機材料之光學電子裝置變得愈來愈受歡迎。用以製造此等裝置之材料中之許多材料相對便宜，因此有機光學電子裝置具有獲得相對於無機裝置之成本優勢之潛力。另外，有機材料之固有性質(諸如，其可撓性)可使其非常適合具體應用，諸如，在可撓性基板上之製造。有機光學電子裝置之實例包括有機發光裝置(OLED)、有機光電電晶體、有機光伏電池及有機光偵測器。對於OLED，有機材料可具有相對於習知材料之效能優點。舉例而言，有機發射層發射光之波長通常可容易地用適當之摻雜劑來調整。

OLED利用有機薄膜，其在電壓施加於裝置上時發射光。OLED

正變為用於諸如平板顯示器、照明及背光應用中之愈來愈引人注目之技術。美國專利第5,844,363號、第6,303,238號及第5,707,745號中描述若干OLED材料及組態，該等專利以全文引用之方式併入本文中。

【發明內容】

本發明之一些實施例提供一種用於在基板上製造有機發光裝置(OLED)之方法，其包括以下步驟：提供具有表面特徵之模具；在該模具上形成基板；當該基板在該模具中時在該基板上製造OLED；及自上面製造有OLED之該基板上移除該模具。

在一些實施例中，藉由將該模具與該基板分開而自該基板移除該模具。在一些實施例中，藉由使模具溶解而自該基板移除該模具。

在一些實施例中，該模具為剛性的。在其他實施例中，該模具為可撓性的。在一些實施例中，該模具具有至少0.7 Nm之抗彎剛度。

在一些實施例中，該模具之表面特徵具有至少200 nm之峰谷高度。

在一些實施例中，該模具之表面特徵具有至少1微米之峰谷高度。

在一些實施例中，該模具之表面特徵具有至多100微米之峰谷高度。

在一些實施例中，該方法進一步包括在形成該基板之前在該模具上塗覆脫模塗層。

在一些實施例中，直接在該模具上形成該基板，無任何中間層。

在一些實施例中，藉由在該模具上塗覆塗層來形成該基板。在一些實施例中，藉由在製造OLED之前對模具施加液體並且隨後使液體固化而形成塗層。

在一些實施例中，該方法進一步包括在製造OLED之前在該基板

上塗覆障壁層。

在一些實施例中，該方法進一步包括在自基板上移除模具之前在OLED上沈積障壁層。

在一些實施例中，在自基板上移除模具之後，上面製造有OLED之基板為可撓性的。

在一些實施例中，在自基板上移除模具之後，上面製造有OLED之基板具有足夠低使得基板可圍繞12英吋直徑之輥子捲繞而不會斷裂之抗彎剛度。

在一些實施例中，塗層之材料及厚度會產生在未被模具支撐之情況下為可撓性的基板。

在一些實施例中，模具與基板之熱膨脹係數不匹配。

在一些實施例中，該模具包括孔，該孔提供穿過模具到達基板之接入。

在一些實施例中，該基板之折射率大於1.6。在一些實施例中，該基板之折射率大於1.7。

本發明之一些實施例提供一種結構，其包括：具有表面特徵之模具；形成在該模具上之基板，該基板由透明材料形成，並且具有使得基板在無模具之情況下為可撓性的厚度；及製造在該基板上之有機發光裝置。

本發明之一些實施例提供一種具有安置在具有表面特徵之基板上的有機發光裝置(OLED)之裝置。該裝置為藉由包括以下步驟之過程而製備：提供具有表面特徵之模具；在該模具上形成基板；當該基板在該模具中時在該基板上製造OLED；及自上面製造有OLED之該基板上移除該模具。

本發明之一些實施例提供一種設備，該設備包括：皮帶；移動該皮帶之機構；及安置在該皮帶上之可撓性模具，該可撓性模具具有

表面特徵。下面之元件沿著皮帶之路徑依次安置：附接至基板材料源之分配器；經調適成處理基板材料之能量源；附接至有機發光裝置材料源之多個分配器；及適於自皮帶移除基板材料及有機發光裝置材料之機構。

在一些實施例中，該基板係透明的。

在一些實施例中，該模具之表面特徵產生上面形成有表面特徵之基板，該表面特徵為選自球面透鏡、非球面透鏡、溝槽、稜鏡及在底部具有較大尺寸之不規則特徵。

在一些實施例中，該裝置為照明裝置。

【圖式簡單說明】

併入本文中並且形成說明書之一部分之附圖說明本發明之實施例，並且與描述內容一起進一步用以解釋本發明之原理並且使得熟習相關技術者能夠製作及使用本發明。

圖1展示一例示性有機發光裝置。

圖2展示不具有單獨電子傳送層的例示性倒置之有機發光裝置。

圖3為用於在模具上製造OLED之一例示性過程之流程圖。

圖4為用於製造OLED之一例示性過程之流程圖。

圖5為用於在模具上製造OLED之另一例示性過程之流程圖。

圖6A至圖6G為在圖5中展示之OLED製造過程期間形成的瞬時結構之例示性視圖。

圖7A至圖7C為根據本發明之一些實施例的模具及移除過程之例示性視圖。

圖8為在製造OLED之一些實施例中使用的傳送帶設備之例示性視圖。

【實施方式】

一般而言，OLED包含安置在陽極與陰極之間並且電連接至陽極

及陰極之至少一個有機層。當施加電流時，陽極將電洞注入至有機層中，並且陰極將電子注入至有機層中。注入之電洞及電子各自朝相反充電之電極遷移。當電子及電洞被局部化在相同分子上時，會形成「激子」，激子為具有被激發之能量狀態之局部化電子-電洞對。當激子經由光電發射機制鬆弛時，會發射出光。在一些情況下，激子可局部化在準分子或激基複合物上。亦可能發生諸如熱鬆弛之非放射性機制，但非放射性機制通常被視為不合需要的。

舉例而言，如在美國專利第4,769,292號中所揭示，初始OLED使用自其單重狀態發射光(「螢光」)之發射分子，該美國專利之全文以引用之方式併入。螢光發射一般在小於10奈米之時限中發生。

更近些年來，已經展示了具有自三重狀態發射光(「磷光」)之發射材料之OLED。實例包括Baldo等人之「Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices」(Nature, 第395卷, 151-154, 1998; (「Baldo-I」)及Baldo等人之「Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence」, Appl. Phys. Lett., 第75卷, 第3期, 4-6 (1999)(「Baldo-II」), 此等文章之全文以引用之方式併入本文中。美國專利第7,279,704號第5至第6欄更詳細地描述了磷光，該專利以引用之方式併入本文中。

如本文所用，術語「有機」包括聚合材料以及小分子有機材料，其可用以製造有機光學電子裝置。「小分子」指並非聚合物之任何有機材料，並且「小分子」可能實際上相當大。在一些情況下，小分子可包括重複單元。舉例而言，使用長鏈烷基作為取代基不會將分子自「小分子」類別中移除。小分子亦可併入至聚合物中，例如，作為聚合物主鏈上之側基或作為主鏈之一部分。小分子亦可充當樹枝狀聚合物之核心部分，該樹枝狀聚合物由建立在核心部分上之一系列化

學殼層組成。樹枝狀聚合物之核心部分可為螢光或磷光小分子發射體。樹枝狀聚合物可為「小分子」，並且據信當前在OLED領域中使用的所有樹枝狀聚合物皆為小分子。

如本文所用，「頂部」意謂離基板最遠，而「底部」意謂離基板最近。在將第一層描述為「安置」在第二層「上」之情況下，第一層被安置為距基板較遠。除非規定第一層「與」第二層「接觸」，否則第一與第二層之間可存在其他層。舉例而言，即使陰極及陽極之間存在各種有機層，仍可將陰極描述為「安置在」陽極「上」。

如本文所用，「溶液可處理」意謂能夠以溶液或懸浮液之形式在液體介質中溶解、分散或輸送及/或自液體介質沈積。

當據信配位體直接促成發射材料之光敏性質時，配位體可稱為「光敏性的」。當據信配位體並不促成發射材料之光敏性質時，配位體可稱為「輔助性的」，但輔助性之配位體可改變光敏性的配位體之性質。

如本文所用，並且如熟習此項技術者一般將理解，若第一能級較接近真空能級，則第一「最高佔用分子軌道」(HOMO)或「最低未佔用分子軌道」(LUMO)能級「大於」或「高於」第二HOMO或LUMO能級。由於將電離電位(IP)量測為相對於真空能級之負能量，因此較高HOMO能級對應於具有較小絕對值之IP(負得較少之IP)。類似地，較高LUMO能級對應於具有較小絕對值之電子親及性(EA)(負得較少之EA)。在習知能級圖上，真空能級在頂部，材料之LUMO能級高於同一材料之HOMO能級。「較高」HOMO或LUMO能級表現為比「較低」HOMO或LUMO能級靠近此圖之頂部。

如本文所用，並且如熟習此項技術者一般將理解，若第一功函數具有較高絕對值，則第一功函數「大於」或「高於」第二功函數。因為通常將功函數量測為相對於真空能級之負數，所以此意謂「較

高」功函數負得較多。在習知能級圖上，真空能級在頂部，將「較高」功函數說明為在向下方向上距真空能級較遠。因此，HOMO及LUMO能級之定義遵循與功函數不同的慣例。

可在以全文引用之方式併入本文中的美國專利第7,279,704號中找到關於OLED及上文該之定義之更多細節。

圖1展示了有機發光裝置100。圖未必按比例繪製。裝置100可包括基板110、陽極115、電洞注入層120、電洞輸送層125、電子障壁層130、發射層135、電洞障壁層140、電子輸送層145、電子注入層150、保護層155、陰極160及障壁層170。陰極160為具有第一導電層162及第二導電層164之複合陰極。裝置100可藉由依序沈積所描述之層來製造。在以引用之方式併入之美國專利第7,279,704號之第6至第10欄中更詳細地描述此等各種層以及實例材料之性質及功能。

此等層中之每一者有更多實例。舉例而言，以全文引用之方式併入之美國專利第5,844,363號中揭示可撓性並且透明之基板-陽極組合。經p摻雜之電洞輸送層之實例為以50:1之莫耳比率摻雜有F₄-TCNQ之m-MTDATA，如以全文引用之方式併入之美國專利申請公佈第2003/0230980號中所揭示。以全文引用之方式併入之頒予Thompson等人之美國專利第6,303,238號中揭示發射材料及主體材料之實例。經n摻雜之電子輸送層之實例為以1:1之莫耳比率摻雜有Li之BPhen，如以全文引用之方式併入之美國專利申請公佈第2003/0230980號中所揭示。以全文引用之方式併入之美國專利第5,703,436號及第5,707,745號揭示了陰極之實例，其包括具有例如Mg:Ag等金屬薄層與上覆之透明、導電、經濺鍍沈積之ITO層的複合陰極。以全文引用之方式併入之美國專利第6,097,147號及美國專利申請公佈第2003/0230980號中更詳細地描述障壁層之原理及使用。以全文引用之方式併入之美國專利申請公佈第2004/0174116號中提供注入層之實例。可在以全文引用之

方式併入的美國專利申請公佈第2004/0174116號中找到保護層之描述。

圖2展示了倒置之OLED 200。該裝置包括基板210、陰極215、發射層220、電洞輸送層225及陽極230。裝置200可藉由依序沈積所描述之層來製造。因為最常見OLED組態具有安置在陽極上之陰極，並且裝置200具有安置在陽極230下之陰極215，所以裝置200可稱為「倒置」OLED。在裝置200之對應層中，可使用與關於裝置100所描述之材料類似之材料。圖2提供了可如何自裝置100之結構省略一些層之一項實例。

圖1及圖2中所說明之簡單分層結構為作為非限制實例而提供，並且應理解，可結合各種各樣之其他結構使用本發明之實施例。所描述之具體材料及結構本質上為例示性的，並且可使用其他材料及結構。可基於設計、效能及成本因素，藉由以不同方式組合所描述之各個層來實現功能性OLED，或可完全省略若干層。亦可包括未具體描述之其他層。可使用與具體描述之材料不同的材料。儘管本文所提供之實例中的許多實例將各種層描述為包含單一材料，但應理解，可使用材料之組合(諸如如，主體與摻雜劑之混合物)，或更一般而言，混合物。並且，該等層可具有各種子層。本文中給予各個層之名稱不意欲具有嚴格限制性。舉例而言，在裝置200中，電洞輸送層225輸送電洞並且將電洞注入至發射層220中，並且可被描述為電洞輸送層或電洞注入層。在一些實施例中，可將OLED描述為具有安置在陰極與陽極之間的「有機層」。此有機層可包含單個層，或可進一步包含如例如關於圖1及2所描述之多個不同有機材料層。

亦可使用未具體描述之結構及材料，諸如，包含聚合材料之OLED (PLED)，諸——在以全文引用之方式併入之頒予Friend等人之美國專利第5,247,190號中所揭示。作為另一實例，可使用具有單個有

機層之OLED。OLED可堆疊，例如如以全文引用之方式併入之頒予Forrest等人之第5,707,745號中所描述。OLED結構可脫離圖1及圖2中所說明之簡單分層結構。舉例而言，基板可包括有角度之反射表面以改良輸出耦合(out-coupling)，諸如，如頒Forrest等人之美國專利第6,091,195號中該之台式結構，及/或如頒予Bulovic等人之美國專利第5,834,893號中所描述之凹點結構，該等專利以全文引用之方式併入。

除非另外規定，否則可藉由任何合適方法來沈積各種實施例之層中之任一者。對於有機層，較佳的方法包括熱蒸鍍、噴墨(諸如，以全文引用之方式併入的美國專利第6,013,982號及第6,087,196號中所描述)、有機氣相沈積(OVPD)(諸如以全文引用之方式併入之頒予Forrest等人之美國專利第6,337,102號中所描述)及藉由有機蒸氣噴射印刷(OVJP)之沈積(諸如以全文引用之方式併入之美國專利第7,431,968號中所描述)。其他合適沈積方法包括旋塗及其他基於溶液之製程。基於溶液之製程較佳地在氮或惰性氣氛中進行。對於其他層，較佳的方法包括熱蒸鍍。較佳的圖案化方法包括經由遮罩之沈積、冷焊(諸如以全文引用之方式併入之美國專利第6,294,398號及第6,468,819號中所描述)及與諸如噴墨及OVJP等沈積方法中的一些方法相關聯之圖案化。亦可使用其他方法。可修改待沈積之材料，以使其與具體沈積方法相容。舉例而言，可在小分子中使用具支鏈或無支鏈並且較佳地含有至少3個碳之諸如烷基及芳基等取代基，來增強其經受溶液處理之能力。可使用具有20個或更多個碳之取代基，並且3至20個碳為較佳的範圍。具有不對稱結構之材料可比具有對稱結構之材料具有更好之溶液可處理性，因為不對稱材料可具有更低之再結晶傾向性。可使用樹枝狀聚合物取代基來增強小分子經受溶液處理之能力。

根據本發明實施例製造之裝置可進一步視情況包含障壁層。障

壁層之一個用途為保護電極及有機層免於因曝露於環境中之有害物質(包括水分、蒸氣及/或氣體等)而受損。障壁層可沈積在基板、電極上，沈積在基板、電極下或沈積在基板、電極旁，或沈積在裝置之任何其他部分(包括邊緣)上。障壁層可包含單個層或多個層。障壁層可藉由各種已知之化學氣相沈積技術形成，並且可包括具有單一相之組合物以及具有多個相之組合物。任何合適材料或材料組合都可用於障壁層。障壁層可併有無機化合物或有機化合物或兩者。較佳的障壁層包含聚合材料與非聚合材料之混合物，如以全文引用之方式併入本文中之美國專利第7,968,146號、PCT專利申請案第PCT/US2007/023098號及第PCT/US2009/042829號中所描述。為了被視為「混合物」，包含障壁層之前述聚合材料及非聚合材料應在相同反應條件下及/或在同時沈積。聚合材料對非聚合材料之重量比率可在95:5至5:95之範圍內。聚合材料及非聚合材料可由同一前體材料產生。在一項實例中，聚合材料與非聚合材料之混合物基本上由聚合矽及無機矽組成。

用於製造可撓性OLED之方法

在可撓性基板上構造可撓性OLED發光裝置既提供了益處也帶來了難題。自透明塑膠材料比自習知玻璃基板更容易獲得高折射率。此可實現塑膠上之OLED之更好之輸出耦合效率。然而，可撓性塑膠膜很難處置。在製造過程期間要將可撓性塑膠膜保持平坦可能很難。塑膠基板之另一難題為，塑膠基板往往具有粗糙表面及表面上之隨機尖形。此等缺陷可能容易導致上面生長之OLED裝置中發生短路。然而，本文中描述之方法克服了此兩個難題。

圖3為用於在基板上製造OLED之一例示性方法之高階流程圖，包括提供模具之步驟300、形成基板之步驟310、製造OLED之步驟320及自基板及OLED上移除模具之步驟分330。圖3中展示之過程僅為例示性的，而且可包括額外之步驟或更少之步驟。

步驟300包括提供模具。該模具可具有至少兩個功能：i)在後面之過程步驟中用作支撐件；及ii)在有待在下一個步驟中形成在模具上之可撓性基板上產生所要的表面特徵。因此，該模具可經過設計以提供所要的表面特徵。該表面特徵較佳地經過設計以自OLED裝置高效地提取光。

模具上之表面特徵經過設計以在下一個步驟中將形成之基板上產生特徵。有待製造之表面特徵可為球面透鏡、非球面透鏡、溝槽、稜鏡、在底部具有較大尺寸之不規則特徵，或任何其他增強光提取之地形特徵。此對於OLED發光裝置尤其有益。在一些實施例中，透鏡特徵可圍繞垂直於模具之平坦表面之軸徑向對稱。球面透鏡可為 $H/R=1$ 之半球形狀，其中H及R為透鏡之峰谷高度及半徑(在平面中)。非球面透鏡形狀可由諸如二次曲線、三次曲線、拋物線等多項式來定義。非球面透鏡之形狀可形成為使得透鏡高度H對半徑R為 $H/R>1$ ， $H/R>2$ 。

在一些實施例中，表面特徵之峰谷高度H應當至少與OLED裝置之厚度(~100 nm)相當。在其他實施例中，H應當至少與在此後沈積之OLED裝置中產生的基板中之光之波長(真空中之波長除以基板材料之折射率)相當或大於該波長。舉例而言，當基板之折射率為2.0時，H應當至少與200 nm相當或大於200 nm。因此，在一些實施例中，H可為400 nm或更大。此等最小尺寸為較佳的，因為在較小尺寸時，光學性質及輸出耦合可能不太理想。亦可能較佳地具有更大之最小尺寸，以幫助在模具上製造表面特徵。在此等實施例中，較佳地H可為至少1 μm ，至少5 μm 、至少10 μm 、至少50 μm 或至少100 μm 。用於H之此等最小值為較佳的，因為隨著最小值變大，變得更加容易製造模具特徵。但，取決於是否能接受用光學方面之考慮及製造之容易來換取其他考慮，可使用不同於本段中揭示之最小值之最小值。

在一些實施例中，表面特徵之峰谷高度H應當至多300 μm ，並且較佳地至多100 μm 。在用於H之值更大時，可能會發生不期望之效應。舉例而言，若使用單個厚塗層，則可能形成氣泡。雖然藉由使用多個塗佈步驟或藉由材料及過程參數之選擇可減輕此等效應，但此減輕會涉及其自身之取捨。此外，若總厚度變得過大，則可撓性可能會減小，此可能對於一些用途而言為不合需要的。

在一些實施例中，表面特徵可覆蓋一定面積或形成面積陣列。較佳地，鄰近表面特徵之間的中心到中心之橫向距離不大於H值之十倍。

表面特徵可有規則地或隨機地佈置。大小可為統一的，或為不同的。較佳的表面特徵以至少80%、至少90%或至少95%之填充因子堆積在一起。此處，填充因子之定義為被表面特徵佔據之表面積(表面特徵在底表面上之投影)與底部表面積之比率。

在一些實施例中，該模具可為剛性的。此意謂，模具具有足夠之剛性，足以能夠耐受(無明顯彎曲或變形)與半導體或標準之基於玻璃之平板顯示器製造相關聯之正常處置，亦即，模具能夠容易被拾起及到處移動，而不會斷裂或明顯彎曲。此允許該過程克服在製造OLED期間使形成在模具上之基板保持平坦之難題。可藉由計算模具之抗彎剛度D來判定模具之剛度。抗彎剛度之定義為使剛性結構彎曲成單位曲度所需要之力偶。對於統一之基板，可用數學方式將抗彎剛度描述為：

$$D = Et^3 / 12(1 - \mu^2) \quad (1)$$

其中D為抗彎剛度(以Nm為單位)，E為楊氏模量(以 Nm^{-2} 為單位)， μ 為泊松比率，並且t為基板之厚度(以m為單位)。J.A. Rogers、G.R. Bogart、J. Mater. Res., 16 (1), 217, 2001中描述了此等式。基板之可撓性愈大，抗彎剛度就愈低。若已知了基板之楊氏模量、泊松

比率及厚度，則理論上可計算任何基板之抗彎剛度。

可能難以根據材料性質或根據教科書中提供之資料來計算薄膜之抗彎剛度。對於複合膜或多層膜而言尤其如此。然而，一旦針對特定結構進行了量測，熟習此項技術者容易能藉由調整諸如基板厚度等參數來以可合理預測之方式更改抗彎剛度。此處吾人聚焦於用於判定抗彎剛度之懸臂法。所需要之設備為固定角度之曲率計。在垂直於水平平台之邊緣之方向上將矩形材料條帶支撐在該平台上。該條帶在其長度方向上延伸，使得增加之部分伸出並且在其自身之重量下向下彎曲。當材料條帶之尖端已經到達穿過平台之邊緣之平面並且在水平面下方傾斜 $\theta = 41.5^\circ$ 之角度時，伸出長度 L 等於樣本之彎曲長度 C 之兩倍(在 $\theta = 41.5^\circ$ 時， $C=0.5L$)。

彎曲長度(以 m 為單位)用 C 表示，其中 C 為材料之抗彎剛度與每個單位面積之重量之比率之立方根： $D=WC^3$ ，其中 W 為每個單位面積之重量(以 Nm^{-2} 為單位)，其對於統一條帶用 $W = \rho t g$ 表示，使得：

$$D = WC^3 = \rho t g C^3 \quad (2)$$

其中 ρ 為密度(以 Kgm^{-3} 為單位)， g 為重力加速度(9.81 ms^{-2})，並且 t 為基板之厚度(以 m 為單位)。

此處吾人使用等式1及等式2兩者來判定要用來製作可撓性電子裝置之最佳模具基板材料/厚度之組合。下面之表1中展示了一些實例。 E 、 μ 及 ρ 為材料性質，並且一旦選擇了材料，則判定此等材料性質。

表1

	E (G Pa)	μ	t (mm)	D	$\rho(Kg/m^3)$	g (m/s ²)	C (m)
硼矽酸鹽玻璃	65	0.2	0.7	2.015969	2230	9.81	0.50871
硼矽酸鹽玻璃	65	0.2	0.5	0.734682	2230	9.81	0.406492
不鏽鋼	200	0.3	0.5	2.515799	8020	9.81	0.399903
不鏽鋼	200	0.3	0.33	0.723282	8020	9.81	0.303145
不鏽鋼	200	0.3	0.1	0.020126	8020	9.81	0.136765

在平板顯示器中常見之做法為使用0.7 mm或0.5 mm之玻璃製造顯示器。此意謂 >0.7 Nm之抗彎剛度對該過程而言足夠好了。因此，在一些實施例中，模具具有至少0.7 Nm之抗彎剛度。當使用玻璃作為模具時，可應用相同厚度之玻璃。當使用不同之模具材料時，可計算材料之厚度以確保實現相似水平之抗彎剛度。自上面之表1中可看出，具有0.33 mm之厚度之不鏽鋼箔具有與0.5 mm硼矽酸鹽玻璃片相似之抗彎剛度。另一種決定模具材料之厚度之方法為使用相似之彎曲長度。相似厚度之不鏽鋼及玻璃得出相似之彎曲長度。

在一些實施例中，模具具有大於基板與OLED之總成之抗彎剛度的抗彎剛度，包括在OLED包括硬塗層時。

在一些實施例中，模具可包括底部層及具有表面特徵之圖案化層。在一些實施例中，該底部層具有大於圖案化層之抗彎剛度的抗彎剛度。

用於模具之材料可取決於用於形成基板之材料類型及釋放過程。該模具可由具有適合於該過程之機械及光學性質之材料製造。所使用之模具的類型可取決於所必需之表面特徵的類型以及可用於製作表面特徵之方法。若使用雷射來釋放基板，則需要諸如玻璃等透明之模具材料。

在一些實施例中，該模具可使用例如機械加工或3D列印等製程直接製作。

在其他實施例中，該模具可自具有與期望特徵相同之形狀之母模形成。母模可使用多種多樣之材料製成，包括微加工中傳統使用之半導體晶片及光致抗蝕劑。當使用母模時，可藉由將特徵自母模轉移到模具之多種方法中之任一種來製作模具本身。舉例而言，可將液體塗覆至母模上，使其固化以凝固，並且移除。可使用其他方法，包括本文中描述的用於自模具形成基板之方法。

可使用微加工技術將模具所需要之特徵直接機械加工至市售之鋁、硬化鋼或不鏽鋼零件上。此等方法可包括習知CNC機械加工、雷射切割及微細放電加工(μ -EDM)。亦可自浸沒在電鍍液中之母模來使金屬模具電鑄成型。此等模具傾向於由諸如Ni等元素金屬製成。亦可使用金屬模具將特徵壓印至已藉由曝露於熱或溶液而得到軟化之塑膠片中。當使用矽或玻璃來製作模具時，可藉由標準半導體處理技術來定義表面特徵。

步驟310可包括在模具上形成基板。本文中使用的術語「在.....上」意謂如在模具之具有表面特徵之一側的方向上移動離開模具之方向上量測(即，離模具更遠)。術語在.....上意在允許模具與基板之間有一或多個中間層。舉例而言，在將第一層描述為「安置在」或「形成在」第二層「上」時，第一層為安置成離模具更遠。在第一與第二層之間可有其他層，除非指定了第一層「與」第二層「接觸」。舉例而言，即使陰極與陽極之間有各種有機層，也可將陰極描述為「安置在」陽極「上」。

在一些實施例中，步驟310包括將液體塗層塗覆至模具上，並且使塗層固化以在模具上或頂上形成基板。在一些實施例中，該基板可能為透明的。在其他實施例中，步驟310包括將固體塗層塗覆至模具上，加熱固體以形成熔體，其中熔體符合模具之形狀，且冷卻熔體以形成符合模具之固態基板。在一些實施例中，塗層之材料及厚度導致在未被模具支撐之情況下為可撓性的基板。舉例而言，可藉由熔化原材料(例如，純化對苯二甲酸(PTA))而形成聚酯纖維基板，並且接著使其冷卻以形成膜。在本發明中，溶液沈積為較佳的，此係因為熱量較低，而且表面質量更好。膜之厚度較佳地大於表面特徵之高度H。膜之厚度之範圍可為自5 μ m到數百 μ m。

在一些實施例中，基板直接形成在模具上，無任何中間層，從

而使得基板直接接觸模具。在其他實施例中，模具與基板之間可有一或多個中間層，諸如，釋放層。

在一些實施例中，基板材料之折射率可具有與有機發射材料之折射率的小於0.1或0.2之差異。為了實現更好之光提取效率，高折射率(>1.6)為較佳的。最較佳的折射率為高於產生光之層之折射率的值(>1.7)。

步驟320可包括在基板附接至模具之同時在基板上形成OLED。下文將參看圖4更詳細地論述用於形成OLED之過程。在一些實施例中，在形成OLED之前，在基板上塗覆障壁層。在一些實施例中，在形成OLED之前，可在基板上製造匯流排線路。

步驟330可包括自上面製造有OLED之基板移除模具。可用下文參看圖6至圖8更詳細描述之多種不同方式自模具移除基板及OLED。

圖4說明可在步驟320中使用之例示性OLED製造過程321。過程321可包括塗覆陽極之步驟322、塗覆有機材料之步驟323、塗覆陰極之步驟324、塗覆障壁層之步驟325及塗覆硬塗層之步驟326。製造過程321僅為例示性的，且可包括額外之步驟或更少之步驟。舉例而言，其亦可包括用於形成OLED裝置100或200中存在之層但未在製造過程321中指定之步驟。步驟之次序亦可重新安排。舉例而言，若需要倒置之OLED(諸如參看圖2所描述)，則可將步驟322及324重新排序。

步驟322可包括在基板上塗覆陽極。可使用任何合適之方法，包括(但不限於)濺鍍、光微影及其他濕式或乾式製程。

步驟323可包括在陽極上塗覆有機材料。該有機材料可包括一或多層合適之材料，包括但不限於HIL(電洞注入傳送)、HTL(電洞傳送層)、EML(發射層)、HBL(電洞阻擋層)、EIL(電子注入傳送)、ETL(電子傳送層)及EBL(電子阻擋層)。可使用任何合適之方法來塗覆有

機材料，該方法包括但不限於熱蒸鍍、噴墨列印、有機蒸氣氣相沈積(OVPD)、藉由有機蒸氣噴墨打印(OVJP)之沈積及旋涂以及其他基於溶液之製程。

步驟324可包括在有機材料上塗覆陰極。可使用任何合適之方法，包括(但不限於)濺鍍、光微影及其他濕式或乾式製程。

步驟325可包括在OLED上塗覆障壁層以囊封該OLED。在一些實施例中，該障壁層為薄膜，使得OLED具有可撓性。該障壁層可包括無機、有機及混合材料。該塗覆製程可包括(但不限於)濺鍍、電漿增強型化學氣相沈積(PECVD)、原子層沈積(ALD)及其他薄膜沈積製程。

步驟326可包括在障壁層上塗覆硬塗層以便為OLED提供額外保護。除了提供機械保護層之外，硬塗層亦可便於自基板及OLED裝置上移除模具。

圖5為用於在基板上製造可撓性OLED之方法之一例示性流程圖，該方法可包括先前參看圖3及圖4描述之步驟中的一或多個步驟。該方法可包括提供模具之步驟500、形成基板之步驟510、塗覆電極及有機物質之步驟520、塗覆障壁層之步驟530、塗覆第一硬塗層之步驟540、自基板及OLED移除模具之步驟550以及塗覆第二硬塗層之步驟560。圖5之方法僅為例示性的，而且可包括額外之步驟或更少之步驟。步驟之次序亦可重新安排。下面為對步驟中之每一個的更加詳細之論述，以及對附圖6A至圖6G之論述，該附圖說明了在圖5中概述之方法之每一步驟之後形成的瞬時結構之視圖。

步驟500可包括提供模具，並且可對應於上文參看圖3論述之步驟300。在一些實施例中，如例如在圖6A中所示，模具600可包括一或多個表面特徵，例如，凹入結構602。如本文中所使用，術語「凹入」意謂向內彎曲之表面。舉例而言，球體之外表面為凸出的，球體

之內表面為凹入的。當凹入結構602經成形以在基板上形成微球體時，模具600類似於空蛋箱。

步驟510可包括在模具上形成基板，並且可對應於上文參看圖3論述之步驟310。在一些實施例中，如例如在圖6B中所示，基板610可比凹入結構602之深度厚，使得基板610之頂面為光滑並且連續的。此可克服基板具有帶有隨機尖頭之粗糙表面的難題。若基板610之頂面不夠光滑，則可在頂上塗覆平坦化層(未圖示)。為了幫助防止任何濕氣或其他有害氣體/化學物質遷移至OLED中，可在基板頂上沈積障壁層(未圖示)。當在下面之步驟中使用化學物質時(例如，在光微影製程中)，此障壁層亦可保護基礎基板層。

步驟520可包括塗覆電極及有機物質，並且可對應於上文參看圖3論述之步驟322、323及324。在一些實施例中，如例如在圖6C中所示，可形成OLED 620，包括兩個電極622及626，有機材料624夾在電極622與626之間。可在基板610上形成一或多個OLED 620。在一些實施例中，OLED 620可為底面發射型OLED，使得電極622為陽極，並且電極626為陰極。在一些實施例中，陽極622為透明的，並且可根據上文相對於步驟322論述之方法中之任一種塗覆在基板610上。在一些實施例中，陽極層622可被圖案化且/或可包括額外匯流排線路以幫助分佈電流。在此等例子中，陽極層622可包括用於圖案化之絕緣材料及/或用於額外匯流排線路之額外導電材料。可使用標準光微影製程或其他濕式或乾式製程來形成此等部分。在形成陽極層622之後，可根據上文相對於步驟323論述之製程在陽極層622上形成一或多個有機層624。接下來，可根據上文相對於步驟324論述之製程在有機層624上形成陰極層626。在一些實施例中，可在陰極626上沈積額外層。舉例而言，可在陰極626上沈積緩衝層(未圖示)。

步驟530可包括塗覆障壁層並且可對應於上文參看圖3論述之步

驟325。在一些實施例中，如例如在圖6D中所示，障壁層630沈積在OLED裝置620上，並且可包括氧化物、氮化物、陶瓷或混合材料。在一些實施例中，障壁層630之厚度足夠薄，使得OLED裝置具有可撓性。

步驟540可包括塗覆硬塗層並且可對應於上文參看圖3論述之步驟326。在一些實施例中，如例如在圖6E中所示，硬塗層640可經由膠合層642附接至障壁層630。在一些實施例中，硬塗層640具有障壁性質，以防在包括濕氣、蒸氣及/或氣體之環境中曝露於有害物質。用於硬塗層640之材料可包括但不限於玻璃、金屬箔或塗佈著障壁物之塑膠膜。

在一些實施例中，在分別如例如在圖6C-6E所示之步驟520、530或540之後，存在一個瞬時結構，包括具有表面特徵之模具600、形成在模具上之基板610及製造在基板上之OLED 620。如上所論述，基板610可為透明的，並且可具有使得在無模具之情況下基板具有可撓性的厚度。在製造期間存在此瞬時結構，並且在一些實施例中，可在執行過程之剩餘步驟(諸如，移除模具)之前在此狀態下裝運或儲存此瞬時結構。

步驟550可包括自基板及OLED移除模具，並且可對應於上文參看圖3論述之步驟330。在一些實施例中，如例如在圖6F中所示，可自模具600移除OLED 620與基板610之總成650。可使用多種不同之手段執行釋放步驟。

在一些實施例中，移除涉及施加力以自總成650移除模具600。只要基板610與模具600之間的黏度在所有界面中為最弱的，則將自模具上卸除基板。

在一些實施例中，使模具600溶解，藉此自總成650上移除模具。舉例而言，可藉由在平坦之玻璃片上使用光致抗蝕劑形成地形特

徵而製作模具。光致抗蝕劑為用於在光微影製程中之圖案化用途之標準材料，並且以後可容易被移除。舉例而言，在硬烘之前，可在丙酮中溶解希普利出品之典型正抗蝕劑S1813。即使在硬烘烤(諸如，150C之烘烤)之後，仍然可在高溫下藉由由Shipley提供之光致抗蝕劑移除劑1165來移除S1813。

在一些實施例中，可採用熱式方法來執行移除。舉例而言，可使總成650及模具600加熱或冷卻。由於模具與基板材料之熱膨脹存在不匹配，所以可使基板與模具分離。表2中展示了用於模具及基板之材料中之一些熱膨脹係數(CTE)值。典型之塑膠材料具有非常大的CTE值。當與低CTE材料(例如，矽、玻璃、不鏽鋼或鋼)製成之模具配對時，藉由使整個組件冷卻(塑膠收縮之程度比模具大很多，並且因此使塑膠自模具上分離)，可容易地自模具上釋放塑膠材料。舉例而言，假設在室溫下在模具頂上塗覆100 μm厚之基板塗層。CTE不匹配大約為 $50 \times 10^{-6}/K$ (玻璃/矽模具上之塑膠)。當整個組件冷卻20開氏度時，基板與模具之間的尺寸變化為 $100 \times 50 \times 10^{-6} \times 20 = 0.1 \mu m$ ，此為顯著的改變，並且可引起基板與模具之分離。

表2

材料	矽	玻璃	不鏽鋼	典型塑膠
CTE (ppm/K)	3	3~9	17	40~70

也可使用光源來觸發基板之釋放。可使用紫外線、紅外線或可見光來局部地加熱基板與模具之間的界面。光源可包括雷射。為了促進此過程，可在步驟500與510之間在形成基板610之前在模具600上沈積一個吸收光能量之釋放塗層(未圖示)。可使用例如SiO₂、Al₂O₃及透明導電氧化物材料ITO等氧化物材料將光轉換成熱。厚度之範圍可為數nm到100 nm。

在一些實施例中，藉由處理模具表面使得其具有低表面能量(舉

例而言，藉由在步驟500與510之間對模具600塗覆釋放塗層)，可實現基板610與模具600之間的不良黏附。低表面能量釋放塗層可包括(但不限於)氟化聚合物(例如，特氟龍)、矽氧烷或矽酮。在一些實施例中，當模具為矽(例如，氧化矽)或玻璃時，低表面能量釋放塗層可為氟矽烷。

在一些實施例中，可使用液體或氣體自OLED裝置與基板之總成上移除模具。如例如在圖7A-7C中所示，模具600'可具有多個延伸穿過模具600'之整個厚度之多個孔604。此等孔604可提供自模具之背側對基板610之接入。在移除步驟550期間，液體或氣體物質(舉例而言，化學物質或水(液體或氣體形式))可行進穿過孔604，並且改變基板610與模具600'之間的界面黏度以便於自總成650上移除模具600'。在其他實施例中，可穿過孔604施加機械力。舉例而言，可藉由使用固體物質(例如，銷釘)、液體物質(例如，液壓液體)或氣體物質來施加此機械力。使用氣體之一項實例可包括穿過孔604發出高壓氣體，以便推動基板610離開模具600'。

在一些實施例中，孔之尺寸經定大小以確保孔不會太大，以便避免減小有效透鏡表面，並且在形成基板時，使基板穿過孔洩露之程度最小化。在一些實施例中，孔佔用之每一個別透鏡的底面積不到10%。舉例而言，對於半徑為5 μm 之半球形透鏡而言，孔之半徑應小於1.6 μm 。可能較佳的為具有非常小之孔，使得歸因於所塗佈之材料之表面張力，塗層將不會填充到通孔中。對於標準光微影製程，使用紫外線光源可實現次微米大小(例如，0.5 μm)。可處理模具之表面，以促進此過程。

在一些實施例中，一旦移除了模具，上面製造有OLED之基板則為可撓性的。舉例而言，在一些實施例中，上面製造有OLED之基板可具有足夠低使得基板可圍繞12英吋直徑之輥子捲繞而不會斷裂之抗

彎剛度。

在一些實施例中，如例如在圖6F中所示，一旦移除了模具，基板則包括與自其移除基板之模具之表面特徵互補之表面特徵。舉例而言，模具中之球形壓痕將產生基板上之相似半徑的互補之球形突起。如本文中所使用，「互補」允許(例如)因基板與模具之間存在具有某一厚度及不規則性之釋放層而導致之微小差異。在一些實施例中，基板上之表面特徵中之至少一些為凸出的。

返回圖5，步驟560可包括在步驟550之後向裝置之輸出耦合側塗覆第二硬塗層，以提供額外之機械保護及障壁保護。在一些實施例中，如例如在圖6G中所示，可對基板610塗覆硬塗層660。可針對硬塗層660使用一片薄之玻璃或塗佈有障壁物之塑膠。在一些實施例中，硬塗層660可在兩側上具有抗反射塗層。硬塗層640及660可藉由黏合層662附接在一起。在一些實施例中，黏合層662為可撓性的，並且具有障壁物性質。可在硬塗層640與660之間的總成內部包括乾燥劑材料，以提供抵抗濕氣及氧氣之額外保護。

在一些實施例中，步驟500至550可在例如圖8所示之傳送帶設備上發生。站台1至6分別對應於步驟500至550，並且分別對應於圖6A至圖6F所示之結構。在此等實施例中，需要可撓性模具600。在一些實施例中，模具600可附接至傳送帶800，並且當模具隨著傳送帶移動時，不同的材料將沈積在模具上。在其他實施例中，傳送帶800可為模具600。在過程結束時，模具將圍繞輥子彎曲，並且當基板-模具界面為最弱之界面時，基板與OLED之總成將自模具上脫模。在此等實施例中，模具將較佳地比基板與OLED之總成更有可撓性。此係因為，硬塗層使得總成比模具剛性更大。在此等實施例中，模具可由更薄之材料製成，使得其可圍繞傳送帶之輥子彎曲。在此等實施例中，對應設備可包括皮帶800；使皮帶移動之機構，其可為任何習知之皮

帶傳送裝置；及安置在皮帶上之可撓性模具，其中可撓性模具具有表面特徵。該設備亦可沿著皮帶之路徑循序地包括以下之元件：附接至基板材料源之分配器；經調適成處理基板材料之能量源；附接至源用於塗覆構成OLED之組件之材料的源之多個分配器；及經調適成自安置在皮帶上之模具移除基板材料與OLED之總成之機構。在一些實施例中，如上所論述，該經調適成移除總成之機構可在基板自模具脫模時在皮帶圍繞輥子彎曲時固持OLED裝置。

根據本發明之實施例而製造的裝置可併入至各種各樣之消費型產品中，包括平板顯示器、發光裝置、電腦監視器、醫療監視器、電視機、告示牌、用於內部或外部照明及/或發信號之燈、平視顯示器、全透明顯示器、可撓性顯示器、雷射印表機、電話、手機、個人數位助理(PDA)、膝上型電腦、數碼相機、攝錄像機、取景器、微顯示器、3-D顯示器、運載工具、大面積牆壁、劇院或體育館螢幕或廣告牌。可使用各種控制機制來控制根據本發明而製造之裝置，包括被動矩陣及主動矩陣。意欲將該裝置中之許多裝置用於對人類而言舒適之溫度範圍中(諸如，18攝氏度至30攝氏度)，並且更佳地，在室溫下(20至25攝氏度)，但可在此溫度範圍外(例如，自-40攝氏度至+80攝氏度)使用。

本文中描述之材料及結構可應用於不同於OLED之裝置中。舉例而言，諸如有機太陽能電池及有機光偵測器之其他光電子裝置可使用該等材料及結構。更一般而言，諸如有機電晶體之有機裝置可使用該等材料及結構。

應瞭解，實施方式章節且並非發明內容及摘要章節意欲用以解釋申請專利範圍。發明內容及摘要可闡明本發明的如由發明者預料的一或多個但並非所有例示性實施例，且因此，並不意欲以任何方式限制本發明及隨附申請專利範圍。

具體實施例的前述描述將如此充分的揭露本發明之一般本質，使得其他者可藉由運用此項技術內之知識易於在不脫離本發明之一般概念的情況下來修改及/或適應此等具體實施例之各種應用，而無不當之實驗。因此，基於本文中提出之教示及指導，此等適應及修改意欲在揭示之實施例的等效內容的意義及範圍內。應理解，本文中之片語或術語係用於描述且並非限制之目的，使得本說明書之術語或片語將由熟習此項技術者依據該等教示及指導來解釋。

【符號說明】

100	有機發光裝置
110	基板
115	陽極
120	電洞注入層
125	電洞輸送層
130	電子障壁層
135	發射層
140	電洞障壁層
145	電子輸送層
150	電子注入層
155	保護層
160	陰極
162	第一導電層
164	第二導電層
170	障壁層
200	OLED/裝置
210	基板
215	陰極

220	發射層
225	電洞輸送層
230	陽極
321	OLED製造過程
600	模具
600'	模具
602	凹入結
604	孔
610	基板
620	OLED
622	電極/陽極層
624	有機材料
626	電極/陰極層
630	障壁層
640	硬塗層
642	膠合層
650	總成
660	硬塗層
662	黏合層
800	傳送帶

I640112

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：H01L

【發明名稱】

製造可撓性有機發光二極體裝置的方法

METHODS TO FABRICATE FLEXIBLE OLED LIGHTING
DEVICES

【中文】

一種在一基板上製造一有機發光裝置(OLED)之方法包括提供具有表面特徵之一模具、在該模具上形成一基板、在該基板在該模具中之同時在該基板上製造一OLED，及自上面製造有該OLED之基板上移除該模具。

【英文】

A method of fabricating an organic light emitting device (OLED) on a substrate includes providing a mold having surface features, forming a substrate over the mold, fabricating an OLED over the substrate while the substrate is in the mold, and removing the mold from the substrate having the OLED fabricated thereon.

圖式

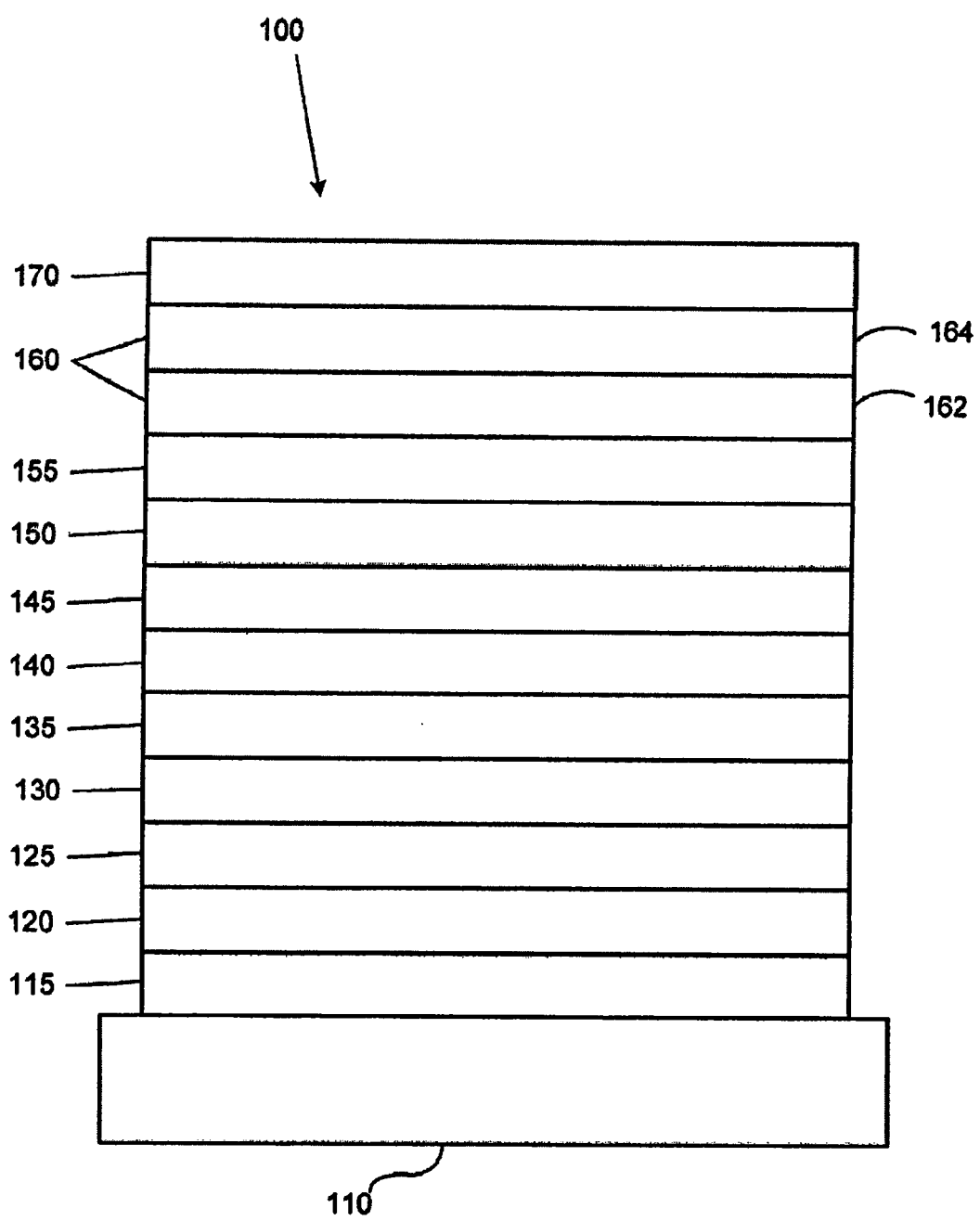


圖1

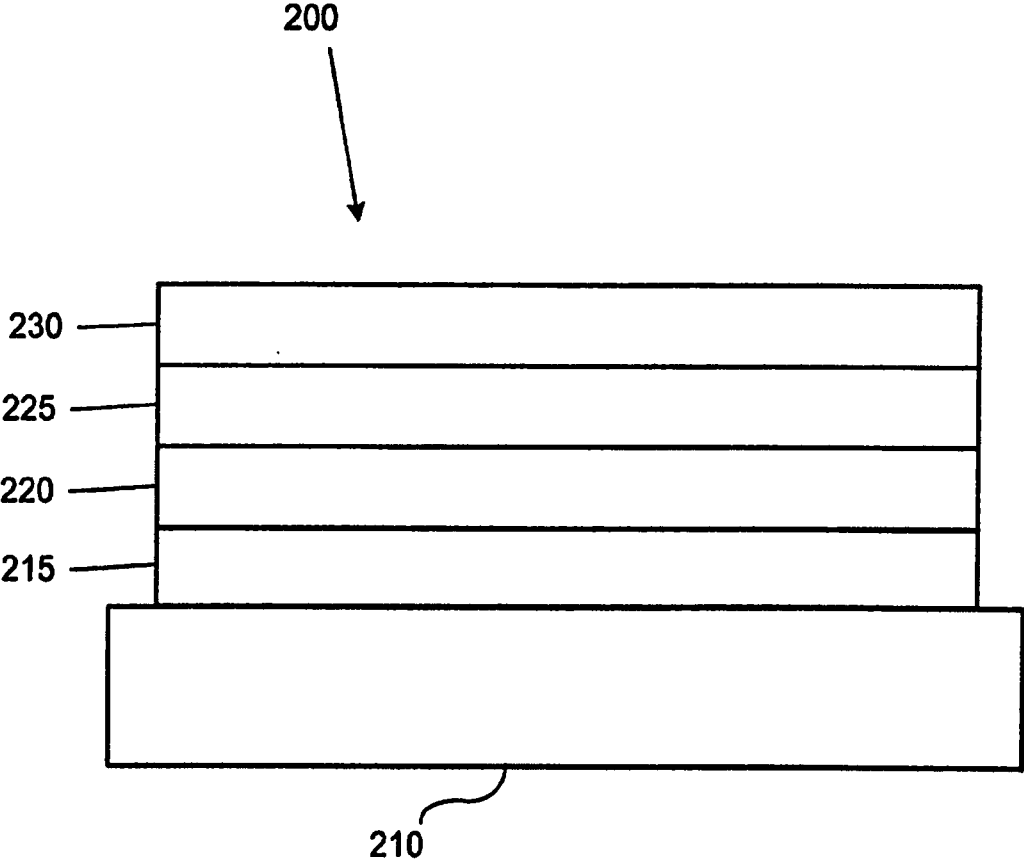


圖2

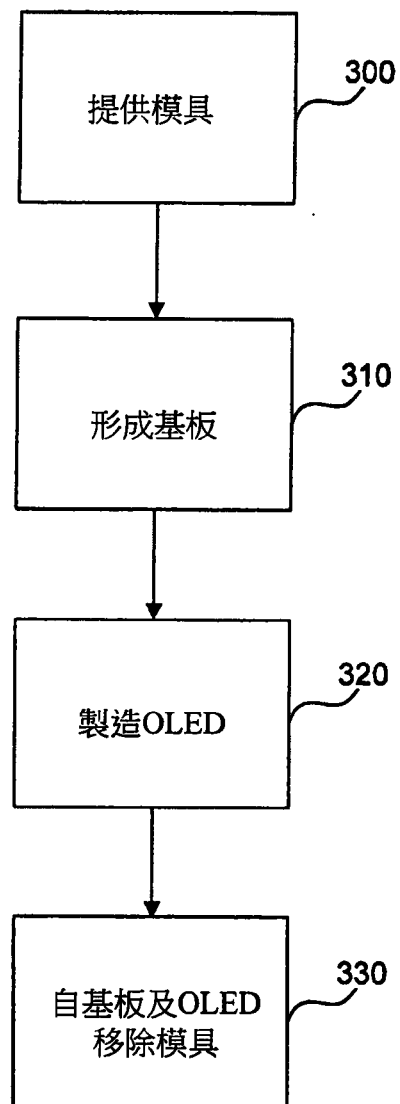


圖3

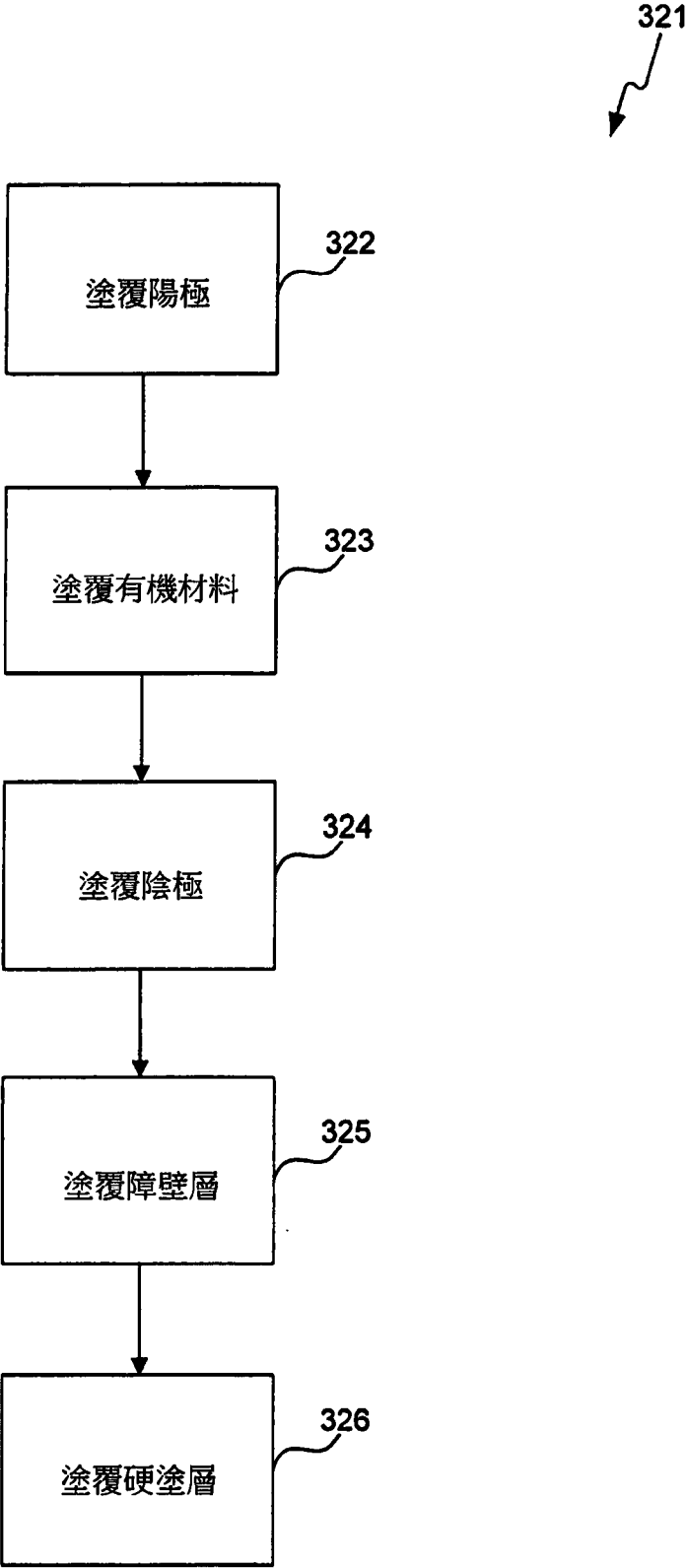


圖4

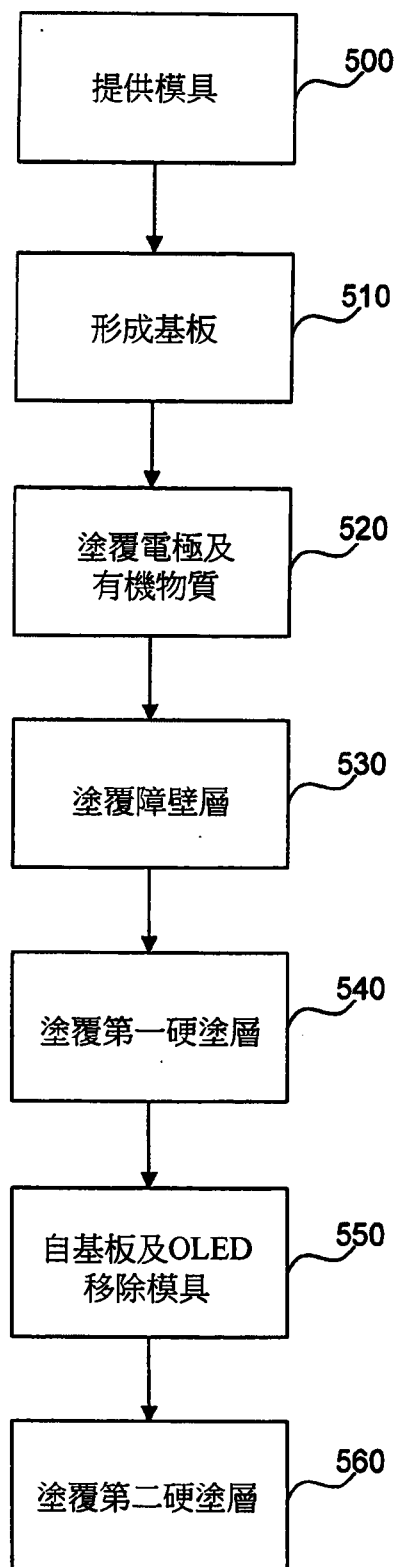


圖5

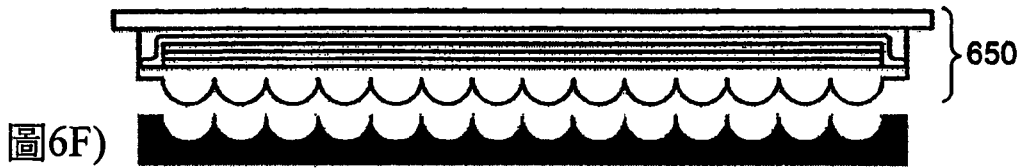
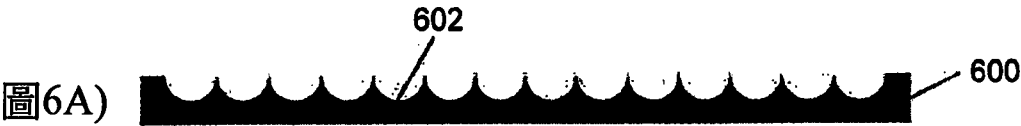




圖7A)

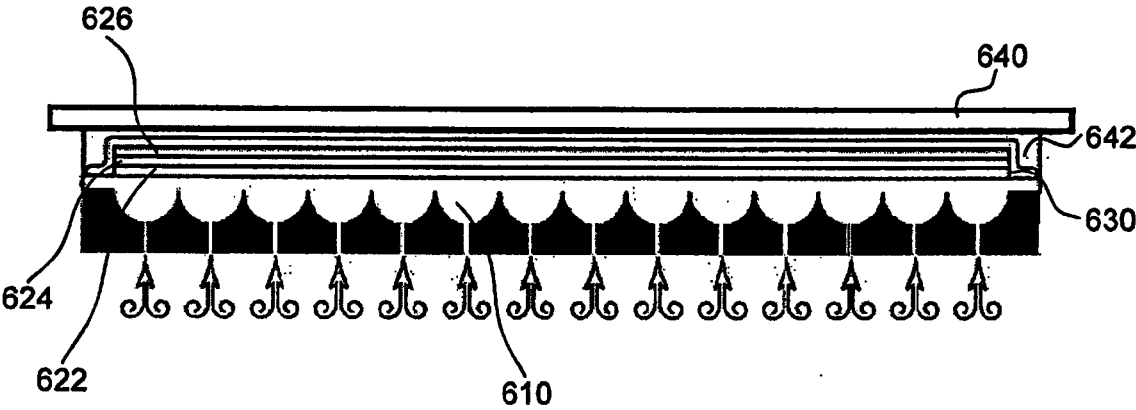


圖7B)

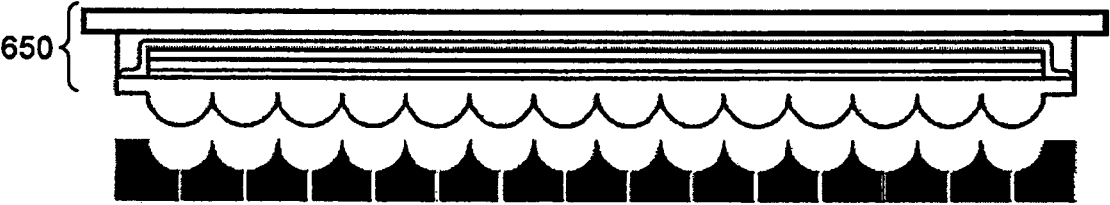


圖7C)

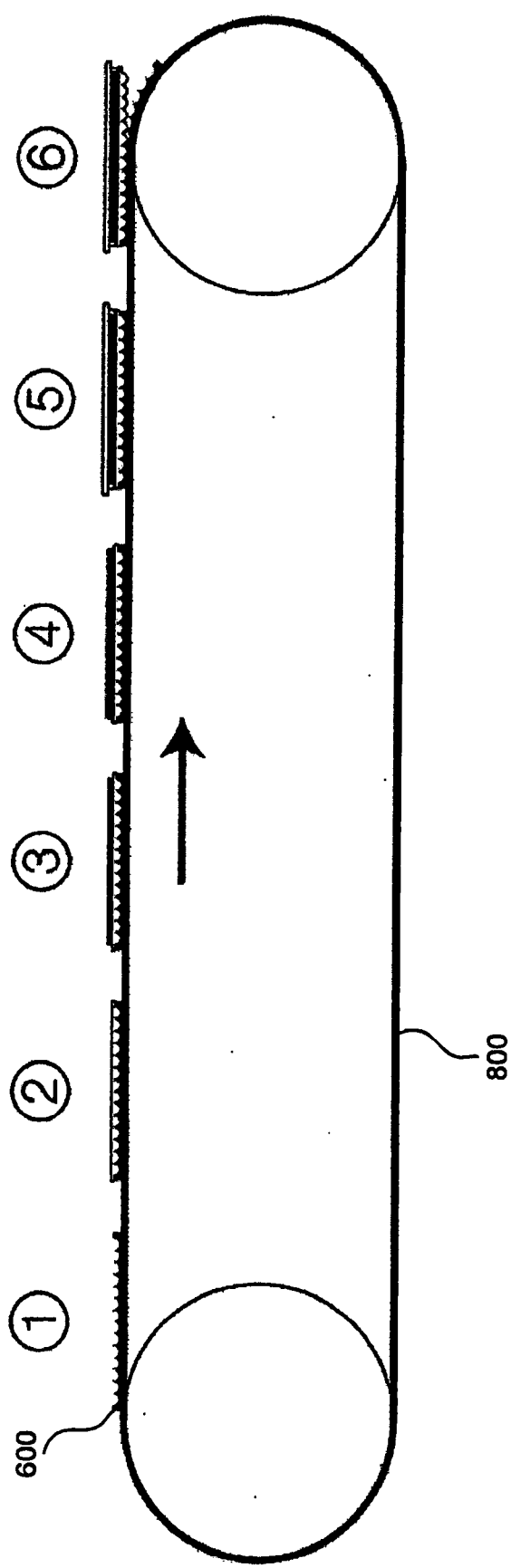


圖 8

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	有機發光裝置
110	基板
115	陽極
120	電洞注入層
125	電洞輸送層
130	電子障壁層
135	發射層
140	電洞障壁層
145	電子輸送層
150	電子注入層
155	保護層
160	陰極
162	第一導電層
164	第二導電層
170	障壁層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

申請專利範圍

1. 一種在一基板上製造一有機發光裝置之方法，其包含：

提供具有表面特徵之一可撓性模具，其中該等表面特徵經配置以在一基板上產生特徵，且其中該等表面特徵經組態以增強光提取（light extraction），且其中該模具包括孔，該等孔提供穿過該模具至該基板之通道（access）；

在該模具上形成一基板；

當該基板在該模具中之同時在該基板上製造一有機發光裝置；及

自上面製造有該有機發光裝置之該基板上移除該模具，其中藉由施加穿過該模具中之該等孔的機械力（mechanical force）而將該模具自該基板移除，且其中在自該基板移除該模具之後，上面製造有該有機發光裝置之該基板為可撓性的。

2. 如請求項1之方法，其中藉由將該模具與該基板分離而自該基板上移除該模具。
3. 如請求項1及2之任一項之方法，其中該模具具有至少0.7 Nm之一抗彎剛度。
4. 如請求項1及2之任一項之方法，其中藉由在該模具上塗覆一塗層而形成該基板。
5. 如請求項1及2之任一項之方法，其中該基板之一折射率大於1.6。
6. 如請求項1及2之任一項之方法，其中該模具之該等表面特徵具有至少200 nm之一峰谷高度。
7. 如請求項1及2之任一項之方法，其中該基板係透明的。
8. 如請求項1及2之任一項之方法，其中該模具之該等表面特徵產

生上面形成有選自以下表面特徵之該基板：球面透鏡、非球面透鏡、溝槽、稜鏡、在底部具有較大尺寸之不規則特徵。

9. 一種製造一有機發光裝置之結構，其包含：

具有表面特徵之一可撓性模具，其中該等表面特徵經配置以在一基板上產生特徵，且其中該等表面特徵經組態以增強光提取，且其中該模具包括孔，該等孔提供穿過該模具至該基板之通道（access），以致能施加穿過該等孔之機械力；

形成在該模具上之一基板，該基板由一透明材料形成並且所具有之一厚度使得在無該模具之情況下，該基板為可撓性的；及
製造在該基板上之一有機發光裝置。