



(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 I550933 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：100137034

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 10 月 12 日

(51)Int. Cl. : H01L51/52 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2010/10/20 美國

12/908,798

(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：湯普森 大衛 史考特 THOMPSON, DAVID SCOTT (US)；沃克 馬丁 班森
WOLK, MARTIN BENSON (US)；拉曼斯祺 西爾吉 艾力克山卓維祺
LAMANSKY, SERGEY ALEKSANDROVICH (US)；庫伯 威廉 布萊克 KOLB,
WILLIAM BLAKE (US)；郝恩才 HAO, ENCAI (CN)；張俊穎 ZHANG, JUN-YING
(GB)；瓊斯 維維安 慧妮 JONES, VIVIAN WYNNE (GB)；沙佛 凱文 羅曼
SCHAFFER, KEVIN ROMAN (US)；雪曼 奧黛莉 安 SHERMAN, AUDREY
ANNE (US)；楊朝暉 YANG, ZHAOHUI (CN)；托德羅 萊斯里 安 TODERO,
LESLIE ANN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200913767A

CN 101268386A

US 2005/0196552A1

審查人員：謝馨儀

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：13 共 121 頁

(54)名稱

用於有機發光裝置 (O L E D s) 之光擷取薄膜

LIGHT EXTRACTION FILMS FOR ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICES (OLEDs)

(57)摘要

本發明揭示用於增強自諸如底部發射或頂部發射 OLED 等自發光光源之光擷取之光學薄膜。該等擷取薄膜通常包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層。該第一層或第二層具有奈米空隙化形態且包括聚合物黏合劑，且亦可具有小於 1.35 或 1.3 之折射率。在該第一層與該第二層之間形成光擷取元件之嵌入式結構化表面。該等光擷取元件可為適於佈置於 OLED 消散區內之主要繞射元件，或其可為適於佈置於該消散區外之主要折射元件。該擷取薄膜亦可包括第三層，且可在該第三層與該第一層之間形成第二嵌入式結構化表面。

Optical films for enhancing light extraction from self-emissive light sources such as bottom-emitting or top-emitting OLEDs are disclosed. The extraction films typically include a flexible carrier film, and a first and second layer carried by the carrier film. The first or second layer has a nanovoiced morphology and includes a polymer binder, and may also have a refractive index less than 1.35 or 1.3. An embedded structured surface of light extraction elements is formed between the first and second layers. The light extraction elements may be primarily diffractive elements adapted to be disposed within an evanescent zone of the OLED, or they may be primarily refractive elements adapted to be disposed outside the evanescent

zone. The extraction film may also include a third layer, and a second embedded structured surface may be formed between the third layer and the first layer.

指定代表圖：

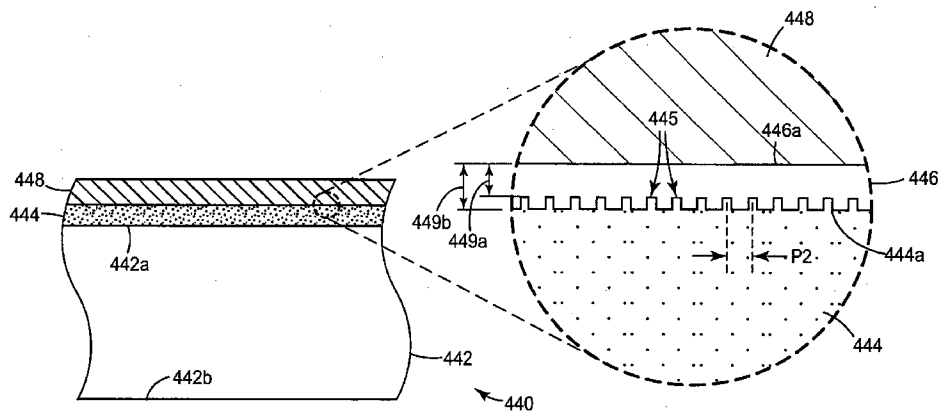


圖 4b

符號簡單說明：

- 440 . . . 光學擷取薄膜
- 442 . . . 撓性載體薄膜
- 442b . . . 對置外表面/輸出表面
- 444 . . . 奈米空隙化層
- 444a . . . 結構化表面
- 445 . . . 光擷取元件
- 446 . . . 層
- 446a . . . 外主表面/耦合表面
- 448 . . . 釋放襯墊/前遮罩
- 449a . . . 接合區厚度/距離
- 449b . . . 距離

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：100137034

※申請日：100.10.12

※IPC 分類：H01L 51/52 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於有機發光裝置(OLEDs)之光擷取薄膜

LIGHT EXTRACTION FILMS FOR ORGANIC LIGHT EMITTING
DEVICES (OLEDs)

二、中文發明摘要：

本發明揭示用於增強自諸如底部發射或頂部發射 OLED 等自發光光源之光擷取之光學薄膜。該等擷取薄膜通常包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層。該第一層或第二層具有奈米空隙化形態且包括聚合物黏合劑，且亦可具有小於 1.35 或 1.3 之折射率。在該第一層與該第二層之間形成光擷取元件之嵌入式結構化表面。該等光擷取元件可為適於佈置於 OLED 消散區內之主要繞射元件，或其可為適於佈置於該消散區外之主要折射元件。該擷取薄膜亦可包括第三層，且可在該第三層與該第一層之間形成第二嵌入式結構化表面。

三、英文發明摘要：

Optical films for enhancing light extraction from self-emissive light sources such as bottom-emitting or top-emitting OLEDs are disclosed. The extraction films typically include a flexible carrier film, and a first and second layer carried by the carrier film. The first or second layer has a nanovoided morphology and includes a polymer binder, and may also have a refractive index less than 1.35 or 1.3. An embedded structured surface of light extraction elements is formed between the first and second layers. The light extraction elements may be primarily diffractive elements adapted to be disposed within an evanescent zone of the OLED, or they may be primarily refractive elements adapted to be disposed outside the evanescent zone. The extraction film may also include a third layer, and a second embedded structured surface may be formed between the third layer and the first layer.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4b) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

440	光學擷取薄膜
442	撓性載體薄膜
442b	對置外表面/輸出表面
444	奈米空隙化層
444a	結構化表面
445	光擷取元件
446	層
446a	外主表面/耦合表面
448	釋放襯墊/前遮罩
449a	接合區厚度/距離
449b	距離

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】

本發明概言之係關於光學薄膜，其具有經修整以耦合在固態自發光照明裝置外之光以增加該裝置亮度之結構化表面，且尤其適用於稱作有機發光裝置(OLED)(有時亦稱為有機發光二極體)之自發光照明裝置。本發明亦係關於相關物件、系統及方法。

【先前技術】

已知多種OLED。一些OLED經由在上面製作OLED之透明基板發射光，稱為「底部發射」OLED。另一些在反方向上(即遠離該上面製作OLED之基板)發射光，稱為「頂部發射」OLED。一些OLED經圖案化以形成一系列個別可定址OLED發射體，個別稱為像素(像元)或子像素(一起集合為像素但個別可定址之若干相鄰不同色彩發射體中之一者)。該等像素化OLED用於數位顯示裝置(例如用於行動電話及類似最終用途)變得日益盛行。與像素化OLED相比，其他OLED經設計以僅具有一個發射區，其可視預期應用小且窄或大且延伸。

一些OLED製造商及設計者之一個問題係OLED因其設計之獨特性所展示之不太理想效率。OLED或任一其他自發光光源之外部效率可計算為由裝置發射之所有光學輻射之功率除以裝置所消耗之總電功率。OLED外部效率係許多不同OLED應用之重要設計參數，例如從高解析顯示器中所用像素化OLED至照明系統中所用非像素化OLED，此乃

因外部效率影響該裝置特性，如功率消耗、亮度及壽命。一些研究組已證實在中等折射率基板內，OLED外部效率主要受OLED堆疊自身之主動發射層內之光學損耗限制(因高折射率有機層及氧化銦錫內之波導模態所致)，且最終因激子猝滅在陰極(陽極)金屬表面電漿極化。所在展示最大可能內部效率(即，100%內部效率)之OLED裝置中，約75-80%所產生光學輻射係因上文所提及之損耗而耗散於內部，從而導致外部效率相應減少。若納入諸如濾色片或環形偏振片等額外光學組件作為OLED裝置之元件，則該等組件會產生額外光學損耗及甚至更低之外部效率。

已提出一些光學薄膜來增強自OLED裝置擷取光。關於此方面可參考美國專利申請公開案US 2009/0015142(Potts等人)、US 2009/0015757(Potts等人)及US 2010/0110551(Lamansky等人)。

【發明內容】

已研發出新的光學薄膜家族，其可與OLED及其他自發光光源組合使用以自該等裝置擷取光以增加所發射光並減少損耗。所揭示光學擷取薄膜與各種類型OLED組合尤其有效。一些所揭示擷取薄膜經設計以藉由減少波導模態所損耗之光之量來增強光擷取。一些擷取薄膜經設計以藉由減少在OLED最外層表面或邊界處全內反射之光之量來增強光擷取。一些擷取薄膜經設計以藉由減少該兩種類型損耗機制來增強光擷取。

所揭示光學薄膜可用於增強自諸如底部發射或頂部發射

OLED等自發光光源之光擷取。擷取薄膜通常包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層。該第一層或第二層可具有奈米空隙化形態且可包括聚合物黏合劑，且亦可具有小於1.35或1.3之折射率。在該第一層與該第二層之間形成光擷取元件之嵌入式結構化表面。該等光擷取元件可為適於佈置於OLED消散區內之主要繞射元件，或其可為可佈置於該消散區外之主要折射元件。該擷取薄膜亦可包括第三層，且在該第三層與該第一層之間可形成第二嵌入式結構化表面。

本發明申請案亦尤其揭示包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層之光學擷取薄膜。在該第一層與該第二層之間界定第一嵌入式界面，其形成第一光擷取元件之第一結構化表面。該第一層具有奈米空隙化形態且包含聚合物黏合劑，該第一層亦較佳具有小於1.35之折射率。該第二層之折射率大於該第一層之折射率。

在一些情形下，該第一層可具有小於1.3之折射率。在一些情形下，該第二層可具有大於1.4之折射率。在一些情形下，該第一層與該第二層之間之折射率差為至少0.3、或至少0.4、或至少0.5。在一些情形下，該第一層可佈置於該載體薄膜與該第二層之間。在一些情形下，該等第一光擷取元件足夠小，且該第二層足夠薄，使得當將該擷取薄膜與自發光光源組合時，該等擷取元件之大部分係佈置於該自發光光源之消散區內。在一些情形下，該等第一光擷取元件可包含繞射元件。在一些情形下，該等第一

光擷取元件可具有小於1微米之間距。在一些情形下，該等第一光擷取元件可具有大於1微米之間距。在一些情形下，該等第一光擷取元件可包含折射元件。在一些實施例中，該等第一光擷取元件可具有與其相連之接合區(land)，且該接合區可具有小於50微米之厚度。在一些情形下，該接合區之厚度可小於25微米。在其他情形下，該等第一光擷取元件可能無接合區。在一些情形下，該第二層可包含透光黏彈性材料。在一些情形下，該薄膜可進一步包括釋放襯墊，該釋放襯墊覆蓋該第二層與該第一結構化表面對置之主表面。

在一些情形下，該擷取薄膜可適於施加至與該擷取薄膜分開製造之自發光光源。在一些情形下，該擷取薄膜可適合作為基板，可在其上製作自發光光源。在一些情形下，該載體薄膜可具有使其在捲軸式(roll-to-roll)處理中適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。在一些情形下，該第一層及該第二層皆不具有使其在捲軸式處理中適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。

在一些情形下，該擷取薄膜可進一步包括由該載體薄膜承載之第三層，在該第一層與該第三層之間界定第二嵌入式界面，且該第二嵌入式界面可形成第二光擷取元件之第二結構化表面。在一些情形下，該等第一光擷取元件可具有小於1微米之間距，且該第二光擷取元件可具有大於1微米之間距。在一些情形下，當將該擷取薄膜與該自發光光源組合時，該等第一光擷取元件之大部分可適於佈置於該

自發光光源之消散區內。在一些情形下，該等第二光擷取元件可具有與其相連之接合區，且該接合區可具有小於50微米之厚度。在一些情形下，該接合區之厚度可小於25微米。在一些情形下，該自發光光源可包含OLED。在一些情形下，可將該擷取薄膜與該自發光光源組合。且該第一層及該第二層可佈置於該撓性載體薄膜與該自發光光源之間。

亦揭示包括OLED及附接至該OLED之光學擷取薄膜之裝置。該光學擷取薄膜可包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層，在該第一與該第二層之間界定第一嵌入式界面，其形成第一光擷取元件之第一結構化表面。該第一層可具有奈米空隙化形態且包含聚合物黏合劑，且亦可具有小於1.35之折射率。該第二層之折射率亦可大於該第一層之折射率，且可佈置於該第一層與該OLED之間。在一些情形下，OLED連帶高折射率區域，該高折射率區域包括至少一個有機光產生層及至少一個透明電極層，且該等第一光擷取元件之大部分可佈置於該高折射率區域之消散區內。在一些情形下，該至少一個透明電極層可為該光學擷取薄膜之一部分。在一些情形下，該等第一光擷取元件可包括折射元件且具有大於1微米之間距。在一些情形下，該等第一光擷取元件可具有與其相連之接合區，且該接合區可具有小於50微米之厚度。在一些情形下，該接合區可具有小於25微米之厚度。

本發明亦論述了相關方法、系統及物件。

由下文實施方式可明瞭本發明申請案之此等及其他態樣。然而，絕不應將上文總結理解為對所主張標的物之限制，此乃因在執行期間可加以修訂，該標的物由隨附技術方案單獨界定。

【實施方式】

在該等圖中，相同參考編號表示相同元件。

圖1以過於簡化示意性方式繪示OLED 100之一個實施例之一部分。OLED 100可為底部發射或頂部發射OLED，其包括夾於兩個光學厚層112與114間之薄發射區域110。層112、114可充當障壁層以保持水蒸氣及氧遠離發射區域110，且層112、114中之一者可充當上面生長、沈積或層壓OLED 100另一些組件之基板。在替代實施例中，厚層112、114中之一者可省略或由惰性氣體或真空替代。發射區域110可包括一或多個經修整以發射響應所施加電流或電場之預期波長之光的習用有機層。所施加電流可由主表面可與發射區域之外表面110a、110b重合之電極提供。至少一個電極(例如，佈置於表面110a處之電極)係透明的。電極及有機發射層通常由折射率實質上大於約1.5之材料製成。舉例而言，由氧化銦錫(ITO)製成之透明電極具有約1.8之折射率，且典型發光有機材料可具有在1.6至1.8範圍內之折射率。除具有相對較高折射率以外，發射區域通常亦極薄，例如，可見光波長之數量級或更小。舉例而言，ITO電極層可具有約150 nm之數量級之厚度，且發射有機層可具有約100 nm之數量級之厚度，但當然可使用其

他厚度。

與發射區域相比，層112、114不僅為光學厚，即，具有實質上大於可見光波長之厚度，但其折射率亦小於發射區域110之折射率。舉例而言，層112、114可包含折射率為1.5之數量級的玻璃或塑膠。因此，薄發射區域110可以一或多個波導模態截留由有機材料發射之一些光，在圖1中大體繪示為波導電磁場116。當施加電流以供給發射區域110中之有機材料能量時，在所有方向上發射光。此光中的一些(由光射線115代表)在允許光折射至層112或114中並逃脫發射區域110之方向上傳播。另一部分發射光截留於高折射率區域110中，以一或多個由場116代表之波導模態沿彼區域行進。場116之場強度通常隨距邊界或表面110a、110b之距離以指數方式衰減，衰減之細節取決於諸如區域110與毗鄰光學厚層112或114之間之折射率差以及特定波導模態(若支撐一個以上模態)等因素。區域110外之場116以指數方式衰減之部分稱為消散波。在大多數實際情形下，消散波可視為僅存於距發射區域110之極短距離內，例如，存於層112或114毗鄰區域110相應外表面之邊界區域且其厚度可為可見光波長之數量級(例如，1微米之數量級或更小)，或若光學厚層之折射率更接近高折射率區域之折射率，則可略大。

在逃脫發射區域110之光115中，彼光中的一些沿偏離OLED 110之厚度軸或光學軸之方向以足夠小之角行進以便光折射到層112外。因此，該光能夠逃脫OLED 100進入

周圍空氣介質中(注意，圖1之「空氣」介質可指標準大氣、或真空、或適宜惰性氣體中之任一者)且最後到達觀測器120或其他光學組件。光射線115a及115b係此逃脫光之實例性光射線。射線115a以角 θ_1 穿透外表面112a處空氣界面，該角足夠小以使光折射到OLED裝置外並進入周圍空氣介質中。射線115b以角 θ_2 穿透空氣界面，角 θ_2 大於 θ_1 且接近層112之臨界角，但仍略小於該臨界角，以使所折射光以近掠射角離開進入周圍空氣介質。若對光射線115c遵循此進程，則看到逃脫發射區域110沿偏離OLED 100之厚度軸或光學軸之方向以過大角行進之光115中的一些無法折射到層112外。因此，光射線115c以大於層112之臨界角之角 θ_3 穿透空氣界面，因此導致射線115c在表面112處全內反射且截留於OLED 100內。

因此看到光可以兩種方式中之一者截留於OLED裝置100內：以與發射區域110相連之波導模態，及藉由該裝置之空氣界面112a處全內反射(TIR)。在該兩種情形下，截留光通常最後被吸收，且導致OLED 100明度降低、效率降低且損耗增加。將與截留於發射區域內之光相關之損耗稱為波導損耗，並將與因OLED外表面處TIR而截留之光相關之損耗稱為基板損耗。OLED中損耗機制之其他論述可見於Lu等人「Optimization of external coupling and light emission in organic light-emitting devices: modeling and experiment」，第91期J. Appl. Phys.(2002年1月15日)，第595頁至第604頁。

奈米空隙化層

本文所揭示實例性光學擷取薄膜納入至少一個奈米空隙化層。奈米空隙化層可包括分散於黏合劑中之複數個互連空隙或空隙網絡。該複數個或網絡中之至少一些空隙經由空心通道或空心通道樣通路而彼此連接。該等空隙較佳佔據該層體積足夠大之分率，但個別具有足夠小之大小，使得奈米空隙化層之光學行為如同極低折射率(例如，小於1.35或小於1.3)材料。此一層用於光學擷取薄膜尤其有利，如下文更充分證實。在一些情形下，舉例而言，奈米空隙化層可展示在1.15至1.35或1.15至1.3範圍內之折射率。奈米空隙化層較佳具有至少一個經微結構化(即，故意經修整以具有地形特徵之至少一個尺寸小於1毫米之非光滑或非平坦表面)之主表面，且在一些情形下該至少一個尺寸可在50奈米至500微米、或50奈米至100微米、或50奈米至1微米範圍內。

結合圖2及3闡述製作奈米空隙化層以及該等層可展示之特徵及特性之實例性方法。關於適宜奈米空隙化層及其製造之其他細節可見於與本案在同一日期申請之標題為「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoided Layers and Methods Therefor」之共同受讓美國專利申請案XXX(代理案號66015US005)，且其全文以引用方式併入本文中。

首先參照圖2，看到形成回填奈米空隙化微結構化物件250之實例性製程220及製造該等物件之相應系統。製程

220包括將塗佈溶液215佈置於基板216上。基板216較佳係由聚合物及/或其他適宜材料製成之撓性薄膜，該薄膜具有使其在捲軸式處理系統(例如圖2中所繪示者)中適於用作獨立式支撐薄膜或載體薄膜之厚度、組成及其他物理特性。通常，若由習用透光聚合物材料來製備此一基板或載體薄膜，則其具有至少0.002英吋(約50微米)之物理厚度，以具有足夠之強度以經展開、在捲軸式處理系統中經處理，並經再次卷起或經受一或多個轉換作業(例如切割或鋸割成個別片材或小件)，而無過度不希望拉伸、捲曲或翹曲。

在一些情形下，舉例而言，可使用模具214(例如狹縫塗佈機模具)施加塗佈溶液215。塗佈溶液215包括可聚合材料及溶劑。當使塗佈溶液215與微複製工具212接觸以形成微結構化層230時，然後製程220包括聚合可聚合材料。然後自微結構化層230去除溶劑(例如藉由烘箱235)以形成奈米空隙化微結構化物件240。然後製程220包括將聚合物材料245佈置於奈米空隙化微結構化物件240上以形成回填奈米空隙化微結構化物件250。舉例而言，可使用模具244(例如狹縫塗佈機模具)或藉由其他適宜方式來施加聚合物材料245。另一選擇為，可將聚合物材料245層壓於奈米空隙化微結構化物件240上以形成奈米空隙化微結構化物件250。

微複製工具212可為任一可用微複製工具。微複製工具212圖解說明為輥，其中微複製表面位於輥外側上。本發

明亦涵蓋，微複製設備可包括光滑輥，其中微複製工具係基板216接觸塗佈溶液215之結構化表面。所圖解說明微複製工具212包括夾輥221及接取輥(take-away roll) 222。固化源225(例如UV燈排(bank))圖解說明為指向基板216及塗佈溶液215，同時使塗佈溶液215與微複製工具212接觸以形成微結構化層230。在一些實施例中，基板216可使固化光透射至塗佈溶液215以固化塗佈溶液215並形成微結構化層230。在其他實施例中，固化源225係熱源且塗佈溶液215包括熱固化材料。固化源225可如所圖解說明或於微複製工具212內佈置。當固化源225係佈置於微複製工具212內時，微複製工具212可使光透射至塗佈溶液215以固化塗佈溶液215並形成微結構化層230。

舉例而言，形成奈米空隙化微結構化物件之製程可包括諸如後固化等額外處理步驟或其他聚合步驟。在一些情形下，在溶劑去除步驟後對奈米空隙化微結構化物件施加後固化步驟。在一些實施例中，此等製程可包括基於卷材之材料常用之額外處理裝備，包括(例如)惰輥、張力輥、轉向機構、表面處理機(例如電暈或火焰處理機)、層壓輥及諸如此類。在一些情形下，此等製程可利用不同卷材路徑、塗佈技術、聚合設備、聚合設備、乾燥烘箱、調節區段及諸如此類之定位，且所述區段中之一些可係可選的。在一些情形下，該製程中之一個、一些或所有步驟可以「捲軸式」製程來實施，其中使至少一個基板之捲筒通過實質上連續之製程並終止於另一捲筒上，或經由壓片、層

壓、切割、或諸如此類來轉化。

現參照圖3，看到奈米空隙化微結構化層300之一部分之示意性立面圖。儘管奈米空隙化微結構化層300圖解說明為具有兩個平面外表面330、332，但應理解，外表面330、332中之至少一者經微結構化以形成如本文進一步所論述之地形或擷取特徵。

實例性奈米空隙化微結構化層300包括分散於黏合劑310中之複數個互連空隙或空隙320網絡。該複數個或網絡中之空隙中之至少一些經由中空通道或中空通道狀通路彼此連接。互連空隙可為形成原始經塗佈薄膜之一部分且在可聚合材料固化後藉由烘箱或其他方式離開薄膜之互連質量的溶劑之剩餘部分。空隙320網絡可視為包括互連空隙或孔320A-320C，如圖3中所示。空隙不必不含所有物質及/或顆粒。舉例而言，在一些情形下，空隙可包括一或多個包括(例如)黏合劑及/或奈米粒子之小纖維樣或線樣物體。一些所揭示奈米空隙化微結構化層包括多組互連空隙或多個空隙網絡，其中每一組或網絡中之空隙皆互連。在一些情形下，除多個複數個或多組互連空隙外，奈米空隙化微結構化層亦可包括複數個密閉或未連接空隙，此意味著該等空隙未經由通道與其他空隙連接。在空隙320網絡形成一或多個自第一主表面330延伸至奈米空隙化層300之對置第二主表面332之通路的情形下，層300可描述為多孔層。

一些空隙可位於該奈米空隙化微結構化層之表面處或使之中斷且可視為表面空隙。舉例而言，在實例性奈米空隙

化微結構化層300中，空隙320D及320E位於該奈米空隙化微結構化層之第二主表面332處且可視為表面空隙320D及320E，且空隙320F及320G位於該奈米空隙化微結構化層之第一主表面330處且可視為表面空隙320F及320G。一些空隙(例如空隙320B及320C)位於光學薄膜內部且遠離光學薄膜之外側表面，且因此可視為內部空隙320B及320C，但內部空隙可經由一或多個其他空隙與主表面連接。

空隙320之大小 d_1 通常可藉由選擇適宜組成及製造過程來加以控制，例如塗佈、乾燥及固化條件。通常， d_1 可為任一期望值範圍中之任一期望值。舉例而言，在一些情形下，至少大部分空隙(例如至少60%或70%或80%或90%或95%之空隙)之大小在期望範圍內。舉例而言，在一些情形下，至少大部分空隙(例如至少60%或70%或80%或90%或95%之空隙)之大小不大於約10微米、或不大於約7微米、或5微米、或4微米、或3微米、或2微米、或1微米、或0.7微米、或0.5微米。

在一些情形下，複數個互連空隙320之平均空隙或孔之大小不大於約5微米、或不大於約4微米、或不大於約3微米、或不大於約2微米、或不大於約1微米、或不大於約0.7微米、或不大於約0.5微米。

在一些情形下，一些空隙可足夠小以便其主要光學效應係減少有效折射率，而另一些空隙可減少有效折射率並散射光，而又一些空隙可足夠大以便其主要光學效應係散射光。在一些情形下，空隙足夠小以減少有效折射率而不會

看到散射光。

奈米空隙化微結構化層300可具有任一可用厚度 t_1 (第一主表面330與第二主表面332間之線性距離)。在許多實施例中，奈米空隙化微結構化層之厚度 t_1 可不小於約100 nm、或不小於約500 nm、或不小於約1,000 nm、或在0.1微米至10微米範圍內、或在1微米至100微米範圍內。

在一些情形下，奈米空隙化微結構化層可足夠厚以便該奈米空隙化微結構化層可合理地具有可根據空隙及黏合劑之折射率、及空隙或孔之體積分率或孔隙率來表示的有效折射率。在該等情形下，舉例而言，奈米空隙化微結構化層之厚度不小於約500 nm、或不小於約1,000 nm、或在1微米至10微米範圍內、或在500 nm至100微米範圍內。

當所揭示奈米空隙化微結構化層中之空隙足夠小且該奈米空隙化微結構化層足夠厚時，奈米空隙化微結構化層具有有效電容率 ϵ_{eff} ，其可表示為：

$$\epsilon_{eff} = (f)\epsilon_v + (1-f)\epsilon_b, \quad (1)$$

其中 ϵ_v 及 ϵ_b 分別係空隙及黏合劑之電容率，且 f 係該奈米空隙化微結構化層中空隙之體積分率。在該等情形下，奈米空隙化微結構化層之有效折射率 n_{eff} 可表示為：

$$n_{eff}^2 = (f)n_v^2 + (1-f)n_b^2, \quad (2)$$

其中 n_v 及 n_b 分別係空隙及黏合劑之折射率。在一些情形下，例如當空隙與黏合劑之折射率間之差足夠小時，奈米空隙化微結構化層之有效折射率可近似表示如下：

$$n_{eff} \approx (f)n_v + (1-f)n_b, \quad (3)$$

在該等情形下，奈米空隙化微結構化層之有效折射率係空隙與黏合劑之折射率的體積加權平均值。舉例而言，如由公式(3)計算，具有50%空隙體積分率及折射率為1.5之黏合劑的奈米空隙化微結構化層之有效折射率為約1.25，且如由更準確公式(2)計算，有效折射率為約1.27。在一些實例性實施例中，奈米空隙化微結構化層之有效折射率可在1.15至1.35或1.15至1.3範圍內，但亦涵蓋此等範圍以外的值。

除分散於黏合劑310中之該複數個互連空隙或空隙320網絡以外，亦顯示圖3之奈米空隙化層300包括實質上均勻分散於黏合劑310內之可選複數個奈米粒子340。

奈米粒子340之大小d2可為任一期望值範圍中之任一期望值。舉例而言，在一些情形下，至少大部分粒子(例如至少60%或70%或80%或90%或95%之粒子)之大小在期望範圍內。例如，在一些情形下，至少大部分粒子(例如至少60%或70%或80%或90%或95%之粒子)之大小不大於約1微米、或不大於約700奈米、或500奈米、或200奈米、或100奈米、或50奈米。在一些情形下，該複數個奈米粒子340之平均粒徑可不大於約1微米、或不大於約700奈米、或500奈米、或200奈米、或100奈米、或50奈米。

在一些情形下，一些奈米粒子可足夠小以便其主要影響有效折射率，而另一些奈米粒子可影響有效折射率並散射光，而又一些粒子可足夠大以便其主要光學效應係散射

光。

奈米粒子340可經官能化或可未經官能化。在一些情形下，一些、大部分或實質上全部奈米粒子340(例如奈米粒子340B)未經官能化。在一些情形下，一些、大部分或實質上全部奈米粒子340經官能化或表面處理以使其可分散於預期溶劑或黏合劑310中而沒有或極少結塊。在一些實施例中，奈米粒子340可進一步經官能化以便化學鍵結至黏合劑310。舉例而言，奈米粒子(例如奈米粒子340A)可表面經改質或表面經處理以具有欲化學鍵結至黏合劑310之反應性官能團或基團360。視需要可用多種化學品使奈米粒子官能化。在該等情形下，至少大部分奈米粒子340A係以化學方式結合至黏合劑。在一些情形下，奈米粒子340不具有反應性官能團，從而無法化學鍵結至黏合劑310。在該等情形下，奈米粒子340可以物理方式黏合至黏合劑310。

在一些情形下，一些奈米粒子具有反應性基團而其他不具有反應性基團。奈米粒子之系綜可包括大小混合物、反應性及非反應性粒子及不同類型粒子(例如，二氧化矽及氧化鋁)。在一些情形下，奈米粒子可包括表面經處理二氧化矽奈米粒子。

奈米粒子可為無機奈米粒子、有機(例如，聚合物)奈米粒子或有機奈米粒子與無機奈米粒子之組合。此外，奈米粒子可為多孔粒子、中空粒子、固體粒子或其組合。適宜無機奈米粒子之實例包括二氧化矽及金屬氧化物奈米粒

子，包括氧化鋯、氧化鈦、二氧化鈮、氧化鋁、氧化鐵、氧化鈮、氧化銻、氧化錫、氧化鋁/二氧化矽及其組合。奈米粒子之平均粒徑可小於約1000 nm、或小於約100或50 nm，或平均值可在約3 nm至50 nm、或約3 nm至35 nm、或約5 nm至25 nm範圍內。若奈米粒子聚集，則聚集粒子之最大橫截面尺寸可在任一此等範圍內，且亦可大於約100 nm。在一些實施例中，亦包括初級大小小於約50 nm之「發煙」奈米粒子(例如二氧化矽及氧化鋁)，例如購自Cabot Co. Boston, MA之CAB-O-SPERSE® PG 002發煙二氧化矽、CAB-O-SPERSE® 2017A發煙二氧化矽及CAB-O-SPERSE® PG 003發煙氧化鋁。

奈米粒子可包括選自由疏水性基團、親水性基團及其組合組成之群之表面基團。另一選擇為，奈米粒子可包括衍生自選自由矽烷、有機酸、有機鹼及其組合組成之群之試劑的表面基團。在其他實施例中，奈米粒子包括衍生自選自由烷基矽烷、芳基矽烷、烷氧基矽烷及其組合組成之群之有機甲矽烷基表面基團。

術語「表面經改質奈米粒子」係指包括附接至該粒子表面之表面基團的粒子。表面基團改變粒子性質。術語「粒徑(particle diameter及particle size)」係指粒子之最大橫截面尺寸。若粒子以聚集體形式存在，則術語「粒徑(particle diameter及particle size)」係指該聚集體之最大橫截面尺寸。在一些情形下，粒子可為奈米粒子(例如發煙二氧化矽粒子)之大縱橫比聚集體。

表面經改質奈米粒子具有改變奈米粒子溶解度特性之表面基團。該等表面基團通常經選擇以使粒子與塗佈溶液相容。在一實施例中，表面基團可經選擇以與塗佈溶液之至少一個組份相連或反應，以變成聚合網絡之以化學方式黏合之部分。

多種方法可用於改質奈米粒子之表面，包括(例如)將表面改質劑添加至奈米粒子(例如，呈粉末或膠體分散液形式)中及使表面改質劑與奈米粒子反應。其他可用表面改質製程闡述於(例如)美國專利2,801,185 (Iler)及4,522,958 (Das等人)中。

奈米粒子可以膠體分散液形式提供。可用市售未經改質二氧化矽起始材料之實例包括以產品名稱NALCO 1040、1050、1060、2326、2327及2329膠體二氧化矽自Nalco 化學公司，Naperville, Ill購得之奈米大小膠體二氧化矽；以產品名IPA-ST-MS、IPA-ST-L、IPA-ST、IPA-ST-UP、MA-ST-M及MA-ST溶膠購自Nissan Chemical美國公司，Houston, TX之有機二氧化矽及亦購自Nissan Chemical美國公司，Houston, TX之SnowTex® ST-40、ST-50、ST-20L、ST-C、ST-N、ST-O、ST-OL、ST-ZL、ST-UP及ST-OUN。可聚合材料與奈米粒子之重量比可介於約30:70、40:60、50:50、55:45、60:40、70:30、80:20或90:10或之間更多。奈米粒子wt%之較佳範圍介於約10重量%至約60重量%之間，且可視所用奈米粒子之密度及大小而定。

在一些情形下，奈米空隙化微結構化層300可具有低光

學霧度值。在該等情形下，奈米空隙化微結構化層之光學霧度可至多約5%、或不大於約4%、3.5%、3%、2.5%、2%、1.5%或1%。對於法向入射於奈米空隙化微結構化層300上之光而言，「光學霧度」可(除非另有說明)係指偏離法線方向4度以上之透射光與總透射光之比率。所揭示薄膜及層之折射率值可藉由任一適宜方式來量測，例如，使用購自Meticon公司，Pennington, NJ之Meticon 2010型稜鏡耦合器。所揭示薄膜及層之光學透射率、清晰度及霧度值亦可藉由任一適宜方式來量測，例如，使用購自BYKGardiner, Silver Springs, MD之Haze-Gard Plus霧度計。

在一些情形下，奈米空隙化微結構化層300可具有高光學霧度。在該等情形下，奈米空隙化微結構化層300之霧度為至少約40%、或至少約50%、60%、70%、80%、90%或95%。

一般而言，奈米空隙化微結構化層300可具有應用中可期望之任一孔隙率或空隙體積分率。在一些情形下，奈米空隙化微結構化層300中複數個空隙320之體積分率為至少約10%、或至少約20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%或90%。

黏合劑310可為或可包括應用中可期望之任一材料。舉例而言，黏合劑310可為形成諸如交聯聚合物等聚合物之可光固化材料。通常，黏合劑310可為任一可聚合材料，例如可輻射固化之可聚合材料。在一些實施例中，黏合劑

310可為任一可聚合材料，例如可熱固化之可聚合材料。

可聚合材料310可為可藉由各種習用陰離子、陽離子、自由基或其他聚合技術聚合之任一可聚合材料，其可以化學方式、經熱或藉由光化輻射引發。使用光化輻射之製程包括(例如)可見光及紫外光、電子束輻射及其組合、以及其他方式。可實施聚合之介質包括(例如)溶劑聚合、乳液聚合、懸浮聚合、本體聚合及諸如此類。

可光化輻射固化之材料包括單體、及反應性寡聚物、及丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、胺基甲酸酯、環氧化物及諸如此類之聚合物。適於實踐本發明揭示內容之可光化輻射固化基團之代表性實例包括環氧基團、乙烯系不飽和基團，例如(甲基)丙烯酸酯基團、烯烴碳碳雙鍵、烯丙氧基、 α -甲基苯乙烯基團、(甲基)丙烯酸醯胺基團、氰基酯基團、乙烯基醚基團、此等之組合及諸如此類。可自由基聚合之基團較佳。在一些實施例中，實例性材料包括丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯功能單體、寡聚物及聚合物，且具體而言，如業內已知，可使用聚合後可形成交聯網絡之多官能單體。可聚合材料可包括單體、寡聚物及聚合物之任一混合物；然而，該等材料應至少部分地溶於至少一種溶劑中。在一些實施例中，該等材料應溶於該溶劑單體混合物中。

溶劑可為與預期可聚合材料形成溶液之任一溶劑。該溶劑可為極性或非極性溶劑、高沸點溶劑或低沸點溶劑，且在一些實施例中，該溶劑包括數種溶劑之混合物。該溶劑或溶劑混合物可經選擇以使所形成微結構化層230至少部

分地不溶於該溶劑(或溶劑混合物中之至少一種溶劑)。在一些實施例中，該溶劑混合物可為用於可聚合材料之溶劑與非溶劑之混合物。在一特定實施例中，不溶聚合物基質可為具有可提供三維框架之聚合物鏈結之三維聚合物基質。該等聚合物鏈結可防止微結構化層230在溶劑去除後變形。

在一些情形下，藉由(例如)在不超過不溶聚合物基質或基板216之分解溫度之溫度下乾燥可容易地自負載溶劑之微結構化層130、230去除溶劑。在一特定實施例中，在乾燥期間保持溫度低於基板易於變形之溫度(例如，基板之翹曲溫度或玻璃轉變溫度)。實例性溶劑包括直鏈、具支鏈及環狀烴、醇、酮及醚，包括(例如)丙二醇醚，例如DOWANOL™ PM丙二醇甲醚、異丙醇、乙醇、甲苯、乙酸乙酯、2-丁酮、乙酸丁酯、甲基異丁基酮、甲基乙基酮、環己酮、丙酮、芳族烴、異佛爾酮、丁內酯、N-甲基吡咯啉酮、四氫呋喃；諸如以下酯：例如乳酸酯、乙酸酯、丙二醇單甲醚乙酸酯(PM乙酸酯)、二乙二醇乙醚乙酸酯(DE乙酸酯)、乙二醇丁醚乙酸酯(EB乙酸酯)、二丙二醇單甲基乙酸酯(DPM乙酸酯)、異烷基酯、乙酸異己酯、乙酸異庚酯、乙酸異辛酯、乙酸異壬酯、乙酸異癸酯、乙酸異十二烷基酯、乙酸異十三烷基酯或其他異烷基酯；水；此等之組合及諸如此類。

塗佈溶液215亦可包括其他成份，包括(例如)起始劑、固化劑、固化加速劑、觸媒、交聯劑、增黏劑、塑化劑、

染料、表面活性劑、阻燃劑、耦合劑、顏料、衝擊改質劑(包括熱塑性或熱固性聚合物)、流動控制劑、發泡劑、填充劑、玻璃及聚合物微球及微粒、其他粒子(包括導電粒子、導熱粒子)、纖維、抗靜電劑、抗氧化劑、光學降頻轉換器(例如磷光體)、UV吸收劑及諸如此類。

起始劑(例如光起始劑)可以有效促進存於塗佈溶液中之單體之聚合之量使用。光起始劑之量可視(例如)下列而有所變化：起始劑類型、起始劑之分子量、所得微結構化層之預期應用及聚合製程，包括(例如)製程溫度及所用光化輻射之波長。可用光起始劑包括(例如)彼等以IRGACURE™及DAROCURE™商品名(包括IRGACURE™ 184及IRGACURE™ 819)購自Ciba Specialty Chemicals者。

微結構化層230可交聯以提供剛性更大之聚合物網絡。交聯可藉由使用高能量輻射例如 γ 或電子束輻射借助或不借助交聯劑達成。在一些實施例中，可將交聯劑或交聯劑之組合添加至可聚合單體之混合物、寡聚物或聚合物中。在聚合物網絡聚合期間使用其他地方所闡述光化輻射源中之任一者可發生交聯。

可用輻射固化交聯劑包括多官能丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯，例如彼等於美國專利4,379,201(Heilmann等人)中所揭示者，其包括1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、1,2-乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇三/四(甲基)丙烯酸酯、三乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、乙氧基化三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、甘油三(甲基)

丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、四乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,12-十二醇二(甲基)丙烯酸酯；可共聚合芳族酮共單體，例如彼等於美國專利4,737,559(Kellen等人)中所揭示者及諸如此類；及其組合。

塗佈溶液215亦可包括鏈轉移劑。鏈轉移劑較佳在聚合前溶於單體混合物中。適宜鏈轉移劑之實例包括三乙基矽烷及硫醇。在一些實施例中，亦可向溶劑發生鏈轉移；然而此可能並非較佳機制。

聚合步驟較佳包括在具有低氧濃度之氣氛中使用輻射源。已知氧猝滅自由基聚合，導致固化程度減小。用於達成聚合及/或交聯之輻射源可為光化輻射(例如，波長處於光譜之紫外或可見區域中之輻射)、加速粒子(例如，電子束輻射)、熱(例如，加熱或紅外輻射)或諸如此類。在一些實施例中，能量係光化輻射或加速粒子，此乃因該能量提供對聚合及/或交聯之起始及速率之極佳控制。另外，光化輻射及加速粒子可用於在相對低溫度下固化。此避免可能對相對較高溫度敏感之組份降解或蒸發，當使用熱固化技術時，引發能量可固化基團之聚合及/或交聯可能需要相對較高溫度。固化能量之適宜來源包括UV LED、可見LED、雷射、電子束、汞燈、氙燈、碳弧燈、鎢絲燈、閃光燈、日光、低密度紫外光(黑光)及諸如此類。

在一些實施例中，黏合劑310包括多官能丙烯酸酯及聚胺基甲酸酯。此黏合劑310可為光起始劑、多官能丙烯酸酯及聚胺基甲酸酯寡聚物之聚合產物。多官能丙烯酸酯與

聚胺基甲酸酯寡聚物之組合可產生更耐用之奈米空隙化微結構化層300。聚胺基甲酸酯寡聚物係乙烯系不飽和。在一些實施例中，聚胺基甲酸酯或聚胺基甲酸酯寡聚物能夠與丙烯酸酯反應或經丙烯酸酯「封端」以能夠在本文所闡述聚合反應中與其他丙烯酸酯反應。

在上文圖2中所闡述之一說明性製程中，製備包括複數個奈米粒子(可選)及溶於溶劑中之可聚合材料之溶液，其中該可聚合材料可包括(例如)一或多種類型單體。將該可聚合材料塗佈於基板上並將工具施加至該塗層，同時使該可聚合材料聚合，例如藉由施加熱或光，以在溶劑中形成不溶聚合物基質。在一些情形下，在聚合步驟後，溶劑仍可包括一些可聚合材料，但濃度較低。然後，藉由乾燥或蒸發溶液來去除溶劑，從而得到包括分散於聚合物黏合劑310中之空隙320網絡或複數個空隙320的奈米空隙化微結構化層300。奈米空隙化微結構化層300包括分散於聚合物黏合劑中之複數個奈米粒子340。該等奈米粒子與黏合劑結合，其中該結合可為物理結合或化學結合。

使用本文所闡述製程來製作本文所闡述奈米空隙化微結構化層300及微結構化物件可在適合使用有機物質、樹脂、薄膜及支撐之溫度範圍中實施。在許多實施例中，峰製程溫度(如藉由光學溫度計針對奈米空隙化微結構化層300及微結構化物件表面所測得)係200攝氏度或更小、或150攝氏度或更小、或100攝氏度或更小。

一般而言，對於黏合劑310與複數個奈米粒子340之任一

重量比，奈米空隙化微結構化層300可具有合意之孔隙率。因此，一般而言，重量比可為應用中可合意之任一值。在一些情形下，黏合劑310與複數個奈米粒子340之重量比為至少約1:2.5、或至少約1:2.3、或1:2、或1:1、或1.5:1、或2:1、或2.5:1、或3:1、或3.5:1、或4:1、或5:1。在一些情形下，該重量比在約1:2.3至約4:1範圍內。

現結合圖3a考慮以下兩個物件之間是否存在任一結構差異：(a)藉由首先形成具有微結構化表面之奈米空隙化層且然後用習用(非奈米空隙化)材料(例如習用聚合物材料)回填彼微結構化表面所形成的物件與(b)藉由首先在習用材料之層中形成微結構化表面且然後用奈米空隙化材料層回填彼微結構化表面所形成的物件。在該兩種情形下，所得物件均具有嵌入式界面，即，在其一側上係奈米空隙化材料層且在其另一側上係習用材料層的微結構化表面。

已發現在該兩個物件之間可出現至少一個結構差異，且彼結構差異涉及相互穿插機制。在情形(b)之物件中，其中在用奈米空隙化材料回填微結構化表面之前使習用材料之層微結構化，奈米空隙化材料通常不會遷移至習用材料之層中，此乃因彼層通常在微結構化表面之每一小面或部分處存在大致實心非多孔障壁，使得該奈米空隙化材料無法穿過該微結構化表面。相反，情形(a)之物件係以此一方式製備：在將習用材料(或該材料之前體，例如，未固化液體聚合物樹脂)施加至奈米空隙化層之微結構化表面時，微結構化表面之小面或部分可含有呈(例如)坑、氣穴或通

道形式之表面空隙，習用材料可視表面空隙之性質、習用材料之性質及製程條件(例如呈未固化狀態之習用材料之滯留時間)而遷移至其中。適宜材料性質及製程條件可使習用材料層與奈米空隙化層相互穿插，如圖3a中所示意性地顯示。

圖3a顯示第一奈米空隙化層372與第二習用材料層370間之界面之一部分的示意性橫截面。該界面部分可為(例如)在該兩個層之間所界定結構化表面之微觀部分。顯示奈米空隙化層372具有淺表面空隙或凹陷374A以及較深表面空隙374B。表面空隙374B之特徵在於第一橫向尺寸S1比第二橫向尺寸S2更接近界面，且較深尺寸S2大於較淺尺寸S1。若層370不僅與一般形狀層372(例如，凹陷374A)貼合，而且若材料自層370遷移至至少一些深表面空隙(例如空隙374a)中或大致填充該等空隙，則可表徵為層370與層372相互穿插，其中空隙更接近界面之橫向尺寸小於遠離界面之橫向尺寸。可利用本文所闡述之奈米空隙化材料達成該相互穿插。

在用於表徵習用層與奈米空隙化層之相互穿插深度之第一方法中，可測定習用層之材料已前進超過界面平均表面(沿垂直於平均表面之方向或量測軸)之量，且可以平均大小之空隙之直徑表徵此量。

在用於表徵該相互穿插深度之第二方法中，可再次量測習用層之材料已前進超過該平均表面之量，且然後以距離之標準單位(例如，微米或奈米)簡單報告此量。

在用於表徵該相互穿插深度之第三方法中，可再次量測習用層之材料已前進超過該平均表面之量，但然後以所討論結構化表面之特徵高度表徵此量。

在實例性實施例中，相互穿插深度可為(例如)：就第一方法而言，在1至10平均空隙直徑範圍內；就第二方法而言，不超過1微米、10微米、100微米或500微米；就第三方法而言，特徵高度的至少5%、或特徵高度的至少10%、或至少50%、或至少95%、或至少100%、或至多5%、或至多10%、或至多25%、或在5%至25%範圍內。然而，此等實例性範圍不應理解為限制性。當處理具有尤其小特徵大小之微結構化表面(舉例而言，其中特徵-至-特徵間距小於1微米)時，表徵相互穿插深度之第三方法可能尤其適宜。

關於相互穿插之其他論述可見於與本案在同一日期申請之標題為「Optical Films With Microstructured Low Refractive Index Nanovoiced Layers and Methods Therefor」之共同受讓美國專利申請案XXX(代理案號66015US005)。

彼美國申請案亦論述了在微複製奈米空隙化聚合物材料時所觀測到之收縮問題及關於收縮與下列關係如何之問題：結構化表面之特徵高度(例如，在結構化表面上最高點與最低點間之軸向距離)、結構化表面之特徵之縱橫比(例如，特徵高度除以特徵間距，其中特徵間距可為結構化表面中最近相鄰特徵間之中心-至-中心間隔)、奈米空隙化材料之空隙體積分率(空隙所佔據奈米空隙化材料之體積分率)、奈米空隙化材料之折射率及奈米空隙化層之塗

佈溶液前體之調配物(例如重量%固體)。舉例而言，為使用塗佈溶液之低濃度調配物(在30%至45%固體範圍內)複製較大微結構，可使用工具上微結構幾何形狀之補償來補充材料收縮，以便可成功地製備期望特徵形狀。該申請案論述了與微結構化表面之收縮或其他扭曲之量減少相關之某些合意關係。在一個該關係中，微結構化表面之特徵在於至少15微米之結構高度(例如，圖4a中尺寸419b與419a間之差)及大於0.3之縱橫比(結構高度除以結構間距，參見例如圖4a中間距P1或圖4b中P2)、及：奈米空隙化層具有在30%至55%範圍內之空隙體積分率；及/或奈米空隙化層具有在1.21至1.35或1.21至1.32範圍內之折射率；及/或奈米空隙化層之塗佈溶液前體具有在45%至70%或50%至70%範圍內之wt%固體。諸如此等關係亦可有利地應用於本發明揭示內容。

光學擷取薄膜及薄膜/光源組合

可將所揭示奈米空隙化層有利地納入可以一些方式與OLED或其他自發光光源組合之光學薄膜中以增強光擷取並減少在該等光源中之損耗。在一些情形下，該等薄膜可經設計以施加至與該光學薄膜分開製造之光源之外側發光表面。一些該等薄膜係結合圖4a-c及5a-c闡述。在其他情形下，該等薄膜可經設計以充所當基板，然後可於其上製作光源。一些該等薄膜結合圖6a-c、7a及7b闡述。

所揭示薄膜之其他態樣係關於光學薄膜主要經設計以減少光源之損耗機制。在一些情形下，該等薄膜可經設計以

主要減少波導損耗。一些該等薄膜係結合圖4b、4c、5a、5c、6b、6c、7a及7b闡述。在一些情形下，該等薄膜可經設計以主要減少與TIR相關之基板損耗。一些該等薄膜係結合圖4a、5a、5b、6a及7a闡述。注意，一些光學擷取薄膜可經設計以減少波導損耗及基板損耗二者。

圖4a-4c係可與頂部發射OLED一起使用之光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。在圖4a中，光學擷取薄膜410包括撓性載體薄膜412及由薄膜412承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層414及另一層416，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面414a。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳適當低於習用聚合物材料之折射率，例如，低於1.35或1.3、或在1.15至1.3或1.15至1.35範圍內。另一層416較佳由無奈米空隙且折射率大於奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層414、416之間之折射率差相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差允許結構化表面414a充當能夠自OLED或其他自發光光源擷取光之光學界面，如本文其他地方所闡述。

結構化表面414a可經修整以具有有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合在光源外之「浪費」光以便其可用於預期應用。就此而言，浪費光係指可截留於光源中或以其他方式損耗(例如，在顯示器或其他預期照明應用中自光源邊緣在無助於可用照度之方向上之發射)的光。在

實例性實施例中，結構化表面經定型以界定個別光擷取元件415。元件415顯示為具有彎曲表面，該彎曲表面可代表彎曲直線稜鏡或配置於兩個正交方向(例如，結構化表面通常延伸以界定平面之方向)上之一系列透鏡式元件，但在無限制之情況下，該等擷取元件通常可具有任一適宜形狀，例如，透鏡式、稜鏡式、1維(線性延伸)或2維，舉例而言，且具有給定結構化表面之擷取元件不必全部具有相同大小及/或形狀，但其可視需要具有相同大小及/或形狀。在實例性實施例中，擷取元件415由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P1來表徵。在該等擷取元件不均勻分佈或彼此間隔之情形下，間距P1可代表該等擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

結構化表面414a及/或擷取元件415亦可由距適於耦合至自發光光源之擷取薄膜之表面之距離或厚度來表徵。在擷取薄膜410之情形下，此耦合表面係層416之外主表面416a。較佳將釋放襯墊418(顯示其覆蓋層416)納入該產物中以保護耦合表面416a不受損害，直至預備將該擷取薄膜施加至光源。兩個特性距離標記於圖中。距離419a係在耦合表面416a與結構化表面414a間之層416之連續接合區部分之厚度。因此，該接合區在一側上由該耦合表面限定，且在對置側上由平行於該耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最近之的點的平面限定。另一特性距離419b係耦合表面416a與平行於該耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最遠之點

的平面間之距離。換言之，接合區厚度或距離419a可視為耦合表面416a與結構化表面414a間之最小軸向距離，且距離419b可視為耦合表面416a與結構化表面414a間之最大軸向距離。

在擷取薄膜410意欲藉由減少在自發光光源之最外層表面或邊界處全內反射之光之量來增強光擷取的情形下，已發現設計擷取薄膜410以使接合區厚度419a相對較小係有利的。舉例而言，接合區厚度419a可小於50微米、或小於25微米、或小於10微米，但此等值不應理解為限制性。在一些情形下可無接合區。在又一些情形下，結構化奈米空隙化特徵可為非鄰接。接合區厚度419a亦可小於撓性基板412之厚度。接合區厚度419a亦可十分薄使得層416在捲軸式處理系統(例如圖2中所繪示者)中不適宜作為獨立式支撐薄膜。換言之，舉例而言，若層416可與擷取薄膜410之所有其他部分分離，則其可具有足夠物理強度或完整性以經受在工業捲軸式處理系統中所通常所遇到的力而無過度撕裂、翹曲或捲曲。接合區厚度419a亦可視需要選擇為足夠大以使光擷取元件415之大部分未佈置於該自發光光源之消散區內。

再次在薄膜410意欲藉由減少TIR來增強光擷取的情形下，亦已發現修整擷取特徵415以使其間距P1相對較大(例如，大於1微米)係有利的。特徵高度(即，距離419b與距離419a間之差)視需要亦可大於1微米。特徵高度及橫向尺寸可足夠大(例如，大於1微米、5微米、10微米或20微米)，

以便擷取特徵之功能性主要由光學折射而非(例如)光學繞射之原理管控。

可使用多種製造技術來製作光學擷取薄膜410，包括但不限於連續技術及分批技術。尤其有利之製造技術係連續澆注及固化(3C)捲軸式製程(例如如圖2中所示意性地顯示者)。此一技術允許以可能高的體積連續製備薄膜，且然後轉化(例如，切削或切割)成多個大小適於預期最終用途應用之零部件或片材。在該等情形下，撓性載體薄膜412可具有使得其適宜作為與圖2中基板216類似之獨立式支撐薄膜的物理特性(例如組成及厚度)。在許多情形下，由諸如聚對苯二甲酸乙二酯(PET)或聚萘二甲酸乙二酯(PEN)或其共聚物等習用透光聚合物組成之薄膜可需要具有大於約2密耳(約50微米)之薄膜厚度以具有必要薄膜強度以允許其用於此一目的。

在一些情形下，可不使用澆注-及-固化技術而使用能夠製造預期層中預期擷取特徵之任一其他適宜技術來製作結構化表面414a。舉例而言，在一些情形下，亦可使用印刷、壓花及注射成型來形成結構化表面414a。然而，若使用與圖2之製程類似之製程來製備擷取薄膜410，則層416可構成回填層，該回填層係在形成奈米空隙化層414及結構化表面414a後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層416可與奈米空隙化層414相互穿插。

載體薄膜412、奈米空隙化層414及另一層416較佳全部

對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中一者、一些或全部之較小至中等霧度可能係容許的及/或合意的。該等層較佳以低損耗透射光源所發射之光，從而使得在將該擷取薄膜附接至光源後，橫越耦合表面416a之來自光源之光大部分將在對置外表面412b處離開該擷取薄膜且有助於系統照明。載體薄膜412可包含PET、PEN、其共聚物、玻璃(包括撓性玻璃)、或其他適宜透明或半透明材料。載體薄膜412亦可包含PET、PEN、及其共聚物之交替層之多層薄膜。該載體薄膜可另外包含雙折射層、螢光層及吸收層以能夠獲得優越光學功能，例如偏振及波長選擇/轉化率。在將該擷取薄膜附接至光源後，載體薄膜412亦可充當障壁層以防止水蒸氣及氧到達光源。實例性超障壁薄膜包括藉由(例如)在玻璃或其他適宜基板上以多個層依次真空沈積兩種無機介電材料所製成之多層薄膜、或無機材料及有機聚合物之交替層，如美國專利5,440,446(Shaw等人)、5,877,895(Shaw等人)及6,010,751(Shaw等人)中所闡述。奈米空隙化層414可包含本文所揭示透光奈米空隙化材料中之任一者。另一層416可包含任一適宜透光材料。在實例性實施例中，層416可為或包含透光壓敏黏著劑或其他黏彈性材料。代表性的黏彈性材料論述於本文其他地方所參考之共同受讓之美國專利申請案(代理案號66015US005)中。對層416使用透明黏著劑允許該擷取薄膜不經中間材料層直接附接至自發光光源之外表面。對層416使用黏彈性材料允許該擷取薄膜(且具體而言，擷取薄

膜之耦合表面416a)具有一定程度的流動性以貼合OLED之非平面發射表面。

當然，光擷取薄膜410可包括除圖4a中所繪示之彼等以外之其他層及除已論述之彼等以外之其他特徵或特性。舉例而言，可將各材料納入該薄膜內以經由散射來增強光擷取，或過濾光，使其產生色彩偏移或偏振。可將表面塗層或結構(例如功能層)施加至光擷取薄膜之空氣表面，以進一步增加功能性且可能地光擷取薄膜之值。該等表面塗層可具有(例如)光學、機械、化學或電學功能。該等塗層或結構之實例包括彼等具有以下功能或性質者：防霧；抗靜電；防眩光；抗反射；耐磨損(抗劃痕)；防污；疏水性；親水性；黏著促進；折射元件；濾色；紫外(UV)過濾；光譜過濾；色彩偏移；變色；偏振改變(線性或環形)；光重定向；漫射；或光學旋轉。施加至空氣表面之其他可能層包括障壁層或透明導電材料。可省略釋放襯墊418，及/或可在該擷取薄膜之另一側上提供另一釋放襯墊以保護輸出表面412b。

圖4b係可與頂部發射OLED一起使用之另一光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。在圖4b中，光學擷取薄膜440包括撓性載體薄膜442及由薄膜442承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層444及另一層446，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面444a(參見插圖)。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳適當低於習用聚合物材料之折射率，例

如，低於1.35或1.3、或在1.15至1.3或1.15至1.35範圍內。另一層446較佳由無奈米空隙且折射率大於奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層444、446之間之折射率差相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差允許結構化表面444a充當能夠自OLED或其他自發光光源擷取光之光學界面，如本文其他地方所闡述。

如上文所論述，結構化表面444a可經修整以具有有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合在光源外之浪費光以便其可用於預期應用。在實例性實施例中，舉例而言，結構化表面經定型以界定個別光擷取元件445。元件445顯示為具有矩形輪廓，該等矩形輪廓可代表平坦線性隆脊或以兩個正交方向(例如，結構化表面通常延伸以界定平面之方向)配置之一系列盒形凸起，但在無限制之情況下，該等擷取元件通常可具有任一適宜形狀，例如，透鏡式、稜鏡式、1維(線性延伸)或2維，且具有給定結構化表面之擷取元件不必全部具有相同大小及/或形狀，但其視需要可具有相同大小及/或形狀。在實例性實施例中，擷取元件445由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P2來表徵。在該等擷取元件分佈不均勻或彼此間隔之情形下，間距P2可代表該等擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

結構化表面444a及/或擷取元件445亦可由距該擷取薄膜適於耦合至自發光光源之表面之距離或厚度來表徵。在擷

取薄膜440之情形下，此耦合表面係層446之外主表面446a。較佳將襯墊448(顯示其覆蓋層446)納入該產物中以保護耦合表面446a不受損害，直至預備將該撷取薄膜施加至光源。當層446包含黏著劑時，襯墊448較佳係釋放襯墊。當層446不為黏著劑時，襯墊448可為經設計以在使用前保護該表面之前遮罩。兩個特性距離標記於圖中。距離449a係在耦合表面446a與結構化表面444a間之層446之連續接合區部分之厚度。因此，該接合區在一側上由該耦合表面限定，且在對置側上由平行於該耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最近之的點的平面限定。另一特性距離449b係耦合表面446a與平行於耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最遠之的點的平面間之距離。換言之，接合區厚度或距離449a可視為耦合表面446a與結構化表面444a間之最小軸向距離，且距離449b可視為耦合表面446a與結構化表面444a間之最大軸向距離。

在撷取薄膜440意欲藉由減少在自發光光源之高折射率發光區域中以波導模態截留之光之量來增強光撷取的情形下，發現設計撷取薄膜440使得接合區厚度449a極小係有利的，舉例而言，足夠小以便當耦合表面446a抵靠光源之發射表面放置時，光撷取元件445之大部分係佈置於該自發光光源之消散區內。消散區延伸超過耦合表面446a進入層446中之程度取決於一些因素，包括層446之折射率及光源抵靠耦合表面446a放置之部分之折射率。然而，在許多

情形下，接合區厚度449a可小於20微米、或小於10微米、或小於5微米，但鑒於可影響消散區大小之許多因素，此等值不應理解為限制性。接合區厚度449a亦可小於撓性基板442之厚度，且可十分薄使得層446在捲軸式處理系統(例如圖2中繪示者)中不適宜作為獨立式支撐薄膜。

就關於消散區之論述而言，讀者應理解，與光源之高折射率發光區域相連之任一單一波導模態之消散場通常隨距高折射率區域之邊界之距離以指數方式衰減。此外，若高折射率區域支撐一個以上波導模態(例如，數十個或數百個模態)，則每一波導模態可具有不同指數衰減函數，且該衰減函數亦取決於層446之折射率。鑒於此等複雜性，可將消散區之實際限值或邊界選擇為超過其時經適宜設計之結構化表面在高折射率區域外無法耦合可觀量之光的位置(例如，在層446之介質中量測)。

再次在薄膜440意欲藉由減少以波導模態截留之光來增強光擷取的情形下，亦已發現，修整擷取特徵445以使其間距P2相對較小(例如，小於1微米)係有利的，以便耦合在波導模態外之光。特徵高度(即，距離449b與距離449a間之差)視需要亦可小於1微米。特徵高度及橫向尺寸可足夠小，以便擷取特徵之功能性主要由光學繞射而非(例如)光學折射之原理管控。結構化表面444a可具有週期性、準週期性或隨機分佈的擷取特徵，且該等擷取特徵可在一些情形下經配置以形成光子晶體結構。在一些情形下，結構化表面444a可包含多種間距(例如)以調整對OLED顯示器之

紅色、綠色及藍色子像素之擷取。具有「線性調頻脈衝」或週期性結構亦可能可用於提供自寬頻發射體之寬頻擷取。

可如結合圖4a所論述使用許多不同製造技術來製作光學擷取薄膜440。與圖2中基板216類似，撓性載體薄膜442可具有使其適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。

在一些情形下，可不使用澆注-及-固化技術而使用其他能夠製造預期層中預期擷取特徵之適宜技術來製作結構化表面444a。舉例而言，在一些情形下，亦可使用印刷、壓花及注射成型來形成結構化表面444a。然而，若使用與圖2之製程類似之製程來製備擷取薄膜440，則層446可構成回填層，該回填層係在奈米空隙化層444及結構化表面444a形成後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層446可與奈米空隙化層444相互穿插。

載體薄膜442、奈米空隙化層444及另一層446較佳全部對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中之一者、一些或全部具有少量至中等量之霧度可能係容許的及/或合意的。該等層較佳以低損耗透射由光源發射之光，使得在將該擷取薄膜附接至光源後，橫跨耦合表面446a之來自光源之光大部分將在對置外表面442b處離開該擷取薄膜且有助於系統照度。載體薄膜442、奈米空隙化層444及另一層446可全部具有與圖4a之載體薄膜之相應元件類似之組成及特性。舉例而言，載體薄膜442可包含PET、PEN、其共聚物、玻璃(包括撓性玻璃)或其他適宜

透明或半透明材料，且其亦可充當障壁層以防止水蒸氣及氧達到光源。

與圖4a之撷取薄膜類似，撷取薄膜440亦可包括除圖4b中所繪示彼等以外之其他層及除已論述彼等以外之其他特徵或特性。參考(例如)上文關於圖4a之薄膜之論述。可省略釋放襯墊448，及/或可在該撷取薄膜之另一側上提供另一釋放襯墊或前遮罩以保護輸出表面442b。

圖4c係可與頂部發射OLED一起使用之再一光學撷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。在圖4c中，光學撷取薄膜470包括撓性載體薄膜472及由薄膜472承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層476及另一層474，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面474a。在奈米空隙化層476與另一層480之間形成第二嵌入式界面，該第二嵌入式界面形成第二結構化表面476a(參見插圖)。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳適當低於習用聚合物材料之折射率，例如，低於1.35或1.3、或在1.15至1.3或1.15至1.35範圍內。其他層474、480較佳由無奈米空隙且折射率大於奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層474、476之間及層476、480之間之折射率差相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差允許結構化表面474a、476a中之每一者充當能夠自OLED或其他自發光光源撷取光之光學界面，如本文其他地方所闡述。

如上文所論述，結構化表面474a、476a每一者可經修整

以具有有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合在光源外之浪費光以便其可用於預期應用。在實例性實施例中，結構化表面474a、476a每一者分別經定型以界定個別光擷取元件475、482。元件475顯示為具有彎曲表面，該等彎曲表面可代表彎曲線性稜鏡或以兩個正交方向配置之一系列透鏡式元件，但在無限制之情況下，擷取元件475通常可具有任一適宜形狀。元件482顯示為具有矩形輪廓，該等矩形輪廓可代表平坦線性隆脊或以兩個正交方向配置之一系列盒形凸起，但在無限制之情況下，擷取元件482通常可具有任一適宜形狀。給定結構化表面474a、476a之擷取元件不必全部具有相同大小及/或形狀，但其視需要可具有相同大小及/或形狀。在實例性實施例中，擷取元件475由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P1來表徵，且擷取元件482由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P2來表徵。在該等擷取元件不均勻分佈或彼此間隔之情形下，間距P1及/或P2可代表各自擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

結構化表面474a、476a中之每一者(及/或其各自擷取元件475、482)亦可由距該擷取薄膜適於耦合至自發光光源之表面之距離或厚度來表徵。在擷取薄膜470之情形下，此耦合表面係層480之外主表面480a。較佳將釋放襯墊或前遮罩478(顯示其覆蓋層480)納入該產物中以保護耦合表面480a不受損害，直至預備將該擷取薄膜施加至光源。四個特性距離標記於圖中，對每一嵌入式結構化表面標記兩

個特性距離。就結構化表面474a而言，距離479a係自耦合表面480a至結構化表面474a之最近部分的軸向距離。儘管實際上此距離並非準確對應於層476之連續接合區之厚度(因存在層480及結構化表面476a)，然而，若層480遠薄於層476，則其可視為實質上對應於層476之連續接合區部分。距離479b係自耦合表面480a至結構化表面474a之最遠部分的軸向距離。就結構化表面476a而言，距離489a係在耦合表面480a與結構化表面476a間之層480之連續接合區部分之厚度。因此，層480之接合區在一側上由耦合表面限定，且在對置側上由平行於耦合表面且與該結構化表面距該耦合表面最近之部分相交的平面限定。距離489b係自耦合表面480a至結構化表面476a之最遠部分的軸向距離。

較佳地，撷取薄膜470組合撷取薄膜410與440之態樣。舉例而言，撷取薄膜470可經修整以增強自OLED或其他自發光光源之光撷取，此藉由減少在自發光光源之最外層表面或邊界處全內反射之光之量(經由結構化表面474a)及藉由減少在自發光光源之高折射率發光區域中以波導模態所截留之光之量(經由結構化表面476a)二者達成。就此而言，已發現有利的是，設計撷取薄膜470以使主要接合區厚度479a相對較小，例如，小於50微米、或小於25微米、或小於10微米，並進一步設計薄膜470以使接合區厚度489a甚至更小，舉例而言，足夠小以便當耦合表面480a抵靠光源之發射表面放置時，光撷取元件482之大部分係放置於該自發光光源之消散區內。接合區厚度489a可(例如)

小於20微米、或小於10微米、或小於5微米，且其可為與較大結構化表面479a相連之主要接合區厚度474a之小部分。厚度479a、489a每一者可小於撓性基板472之厚度。且每一者可十分薄使得層476、480在捲軸式處理系統(例如圖2中所繪示者)中均不適宜作為獨立式支撐薄膜。厚度479a亦可視需要選擇為足夠大以使光擷取元件475之大部分未佈置於該自發光光源之消散區內。

亦已發現，有利的是，修整擷取特徵475以使其間距P1相對較大，例如，大於1微米，同時亦修整擷取特徵482以使其間距P2相對較小，例如，小於1微米。相應特徵高度可視需要以類似方式改大小，舉例而言結構化表面474a之特徵高度可大於1微米，且結構化表面476a之特徵高度可小於1微米。擷取特徵475之特徵高度及橫向尺寸可足夠大(例如，大於5、或大於10、或大於20微米)以使其功能性主要由光學折射而非光學繞射原理管控，同時擷取特徵482之特徵高度及橫向尺寸可足夠小以使該等擷取特徵之功能性主要由光學繞射而非光學折射原理管控。

可如結合圖4a及4b所論述使用許多不同製造技術來製作光學擷取薄膜470。與圖2中基板216類似，撓性載體薄膜472可具有使其適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。

在一些情形下，可不使用澆注-及-固化技術而使用其他能夠製造預期層中預期擷取特徵之適宜技術來製作結構化表面474a及/或結構化表面476a。舉例而言，在一些情形下，亦可使用印刷、壓花及注射成型來形成結構化表面

474a及/或結構化表面476a。然而，若使用與圖2之製程類似之製程來製備擷取薄膜470，則奈米空隙化層476可構成回填層，該回填層係在層474及結構化表面474a形成後產生，且層480同樣可構成另一回填層，該回填層係在奈米空隙化層476及結構化表面476a形成後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層480可與奈米空隙化層476相互穿插，而奈米空隙化層476不可與層474相互穿插。

載體薄膜472、奈米空隙化層476及其他層474、480較佳全部對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中一者、一些或全部具有少量至中等量之霧度可能係容許的及/或合意的。該等層較佳以低損耗透射光源所發射之光，使得在將該擷取薄膜附接至光源後，橫跨耦合表面480a之來自光源之光大部分將在對置外表面472b處離開該擷取薄膜且有助於系統照度。載體薄膜472、奈米空隙化層476及其他層474、480可全部具有與圖4a及4b之載體薄膜之相應元件類似之組成及特性。舉例而言，載體薄膜472可包含PET、PEN、其共聚物、玻璃(包括撓性玻璃)或其他適宜透明或半透明材料，且其亦可充當障壁層以防止水蒸氣及氧達到光源。

與圖4a及4b之擷取薄膜類似，擷取薄膜470亦可包括除圖4c中所繪示彼等以外之其他層及除已論述彼等以外之其他特徵或特性。參考(例如)上文關於圖4a及4b之薄膜之論述。可省略釋放襯墊478，及/或可在該擷取薄膜之另一側

上提供另一釋放襯墊或前遮罩以保護輸出表面472b。

圖5a顯示可如何將圖4a-c之光學擷取薄膜中之任一者施加至頂部發射OLED或其他適宜之與該擷取薄膜分開製造之自發光光源以產生增強之發光光學裝置。僅示意性地繪示頂部發射OLED 510以便於論述。OLED至少包括基板512及薄高折射率發光核心或區域514。該基板可充當障壁層以防止水蒸氣及氧從一側達到區域514，且基板亦可具有機械及熱功能性，例如自區域514吸走熱之散熱片。基板512亦可包含背板。可將構成區域514之個別層以適宜順序沈積、形成或施加至基板510頂部。高折射率區域514通常包括至少一個經修整以發射響應所施加電流或電場之預期波長之光的有機層及至少一個透明電極。在薄高折射率區域514中可包括其他高折射率層亦。區域514之外表面514a可視為OLED 510之發光表面。

為提供增強之OLED光學性能，將預期光學擷取薄膜410、440、470中之一者施加至該OLED之發光表面514a。在施加前，自該薄膜去除適當釋放襯墊或前遮罩(參見圖4a-c中第418、448、478項)以暴露原始光學耦合表面(參見第416a、446a、480a項)。在一些情形下，光學擷取薄膜之光學耦合表面可直接抵靠該OLED之發光表面514a放置。若擷取薄膜之最外層係壓敏黏著劑或其他適宜透光黏著劑，則在光學擷取薄膜之光學耦合表面與該OLED之發光表面之間直接接觸可足以在該兩個組件之間產生牢固結合而在其之間無顯著氣隙。

在其他情形下，可在該 OLED 之光學擷取薄膜之光學耦合表面與發光表面 514a 之間提供薄光學耦合層。該光學耦合層可提供若干功能。一個功能可為平面化該 OLED 之發射表面。在許多像素化頂部-發射 OLED 中，舉例而言，基板可具有與像素及子像素井相連之表面特徵。可使用光學耦合層來填充該等井或其他表面特徵以提供可附接光學擷取薄膜之耦合表面(參見例如 416a、446a、480a)而無氣隙或氣穴之平面表面。光學耦合層之另一功能可為將光學擷取薄膜附接至 OLED，舉例而言，在擷取薄膜之最外層不為壓敏黏著劑或其他適宜黏著劑之情形下。在一些情形下，若構造中包括光學耦合層，則其折射率應儘量接近該 OLED 之高折射率區域 514 之折射率，以使高折射率區域內之波導模態或其相連消散區可經延伸更接近擷取薄膜之耦合表面。舉例而言，光學耦合層之折射率可介於高折射率區域 514 之折射率與外表面對應於光學擷取薄膜之耦合表面之層之折射率之間。適宜光學耦合層包含諸如高折射率黏著劑及經奈米粒子填充之聚合物等透光材料。適宜光學耦合層在執行其必要功能的同時通常亦儘量薄以最小化該 OLED 之擷取薄膜之耦合表面與發光表面間之距離。舉例而言，典型光學耦合層可具有在 0.5 至 5 微米或 0.5 至 20 微米範圍內之厚度，但亦可使用其他厚度。

不論是否使用光學耦合層，將光學擷取薄膜附接至 OLED 均可增強所得 OLED 裝置作業。當用於給定光學系統中時，不論藉由減少波導模態、減少光之全內反射或藉由

其他機制，光學擷取薄膜均可提供該 OLED 之增加之可用照度(有時亦稱為增加之增益)。增加之照度或增益可以於 OLED 裝置之輸出表面之可能輸出方向之半球上方積分之總亮度表徵或量測，或可以其他方式量測，例如沿特定目標方向增加之照度，例如，沿垂直於 OLED 輸出表面之方向增加之同軸照度或增益。

除增加 OLED 裝置之可用照度或增益以外，實例性光學擷取薄膜亦具有其可提供充當 OLED/薄膜組合之輸出表面之平坦或平面外表面的優點。擷取薄膜 410、440、470 中之每一者顯示為具有平坦表面(在圖 4a-c 中分別標記為表面 412b、442b、472b)，且正係此表面可在施加該薄膜後變成 OLED 裝置之輸出表面。有利地，負責該 OLED 之增加之輸出之脆弱結構化表面(例如，結構化表面 414a、444a、474a 及 476a)在每一情形下均嵌入該薄膜內及該裝置內，以便安全避免磨損、污垢、粉塵、油及由撓性載體層(在圖 4a-c 中標記為 412、442、472)產生之其他有害試劑。因此，可看出平坦輸出表面在許多應用中係有益的，但在一些情形下，可期望壓花或以其他方式圖案化 OLED/薄膜組合之輸出表面(例如，表面 412b、442b、472b)以提供進一步改變由裝置發射之光之分佈的暴露結構化表面。

圖 5b 展示將一特定光學擷取薄膜施加至頂部發射 OLED。首先，分別製造光學擷取薄膜 410(詳細闡述於本文其他地方)及頂部發射 OLED 510(亦闡述於本文其他地方)並作為起始元件提供。自該擷取薄膜去除釋放襯墊 418

以暴露光學耦合表面416a。然後將撷取薄膜410與OLED 510一起壓製以形成具有增強之輸出之組合OLED裝置520。較佳將撷取薄膜牢固結合至OLED，例如，藉由使用壓敏黏著劑或其他適宜黏著劑來形成層416，或藉由使用適宜透光黏著劑作為光學耦合層。

在裝置520中，該撷取薄膜之光學耦合表面416a與該OLED之發光表面514a彼此接觸或重合。因此，距離419a、419b不僅代表自結構化表面414a至光學耦合表面416a之最小及最大軸向距離，且亦(分別)代表自結構化表面414a至該OLED之發光表面514a之最小及最大軸向距離。注意，在替代實施例中，在表面416a與表面514a之間可包括如上文所述之薄光學耦合層。在任一情形下，在高折射率區域514內所產生之光係在該OLED裝置外以折射方式經具有嵌入式結構化表面之撷取元件耦合，且最後經由表面412b離開裝置520，表面412b現可視為裝置520之輸出表面。

圖5c係頂部發射OLED(例如結合圖5a所闡述之OLED 510)已與另一光學撷取薄膜(在此情形下，圖4c之撷取薄膜470)組合之OLED裝置530的示意性側視圖或剖視圖。在製造此組合中，已自該撷取薄膜去除釋放襯墊478以暴露光學耦合表面480a，然後抵靠OLED 510之發光表面514a壓製該表面。在此放大圖中，可同時看到自結構化表面476a之光撷取元件482及結構化表面474a之光撷取元件475中之一者，以使讀者在一定程度上感到在一些實施例中在折射元

件與繞射元件之間可達成之大小及厚度差。圖5c之放大圖亦顯示關於高折射率區域514之一些額外細節。區域514顯示為包含至少三個單獨層515、516、及517。層516可為有機光產生層，且層515、517中之一者或二者可為由(例如)諸如氧化銦錫(ITO)等透明導電氧化物(TCO)組成之透明電極層。在任一情形下，層515、516、517全部由高折射率材料(例如，在1.6至1.8範圍內)組成。

在裝置530中，該擷取薄膜之光學耦合表面480a與該OLED之發光表面514a彼此接觸或重合。因此，距離489a、489b不僅代表自結構化表面476a至光學耦合表面480a之最小及最大軸向距離，且亦(分別)代表自結構化表面476a至該OLED之發光表面514a之最小及最大軸向距離。注意，在替代實施例中，在表面416a與表面514a之間可包括如上文所述之薄光學耦合層。在任一情形下，在高折射率區域514內所產生之光係在該OLED裝置外以折射方式經具有嵌入式結構化表面之擷取元件耦合，且最後經由表面412b離開裝置520，表面412b現可視為裝置520之輸出表面。

圖6a-6c係可與底部發射OLED一起使用之光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。此等薄膜之許多元件及特徵直接對等於結合圖4a-c所闡述之擷取薄膜之相應元件及特徵。舉例而言，圖6a-c之撓性載體薄膜可實質上對應於結合圖4a-c所論述之撓性載體薄膜。適於TIR光之折射耦合之較大結構化表面、及適於波導模態之繞射耦合之較小結

構化表面及其構成光擷取元件繪示於圖 6a-c 中，且可實質上對應於結合圖 4a-c 所闡述之類似結構化表面。奈米空隙化層及其他在結構化表面與奈米空隙化層介接之層繪示於圖 6a-c 中，且可實質上對應於結合圖 4a-c 所論述之奈米空隙化層及其他層。為避免不必要的重複，本文將不再復述該等常見元件及特徵之細節，但應理解為同樣適用於此等實施例。

與適於施加至與該擷取薄膜分開製造之自發光光源之圖 4a-c 之擷取薄膜相比，圖 6a-c 之擷取薄膜適於用作基板，可在其上製作自發光光源。在前者之情形下，來自 OLED 之光射出該結構之「頂部」，即，穿透並射出光學擷取薄膜(充當「覆蓋物」)，而在後者之情形下，來自 OLED 之光射出該結構之「底部」，即，再次穿透並射出光學擷取薄膜(但現充當「基板」)。讀者應理解，除非另外明確說明相反之情形，否則就本申請案之目的而言，「頂部」、「底部」、「覆蓋」、「基板」、「攜帶」及「頂部」不應理解為需要相對於重力之任一特定定向。

在圖 6a 中，光學擷取薄膜 610 包括撓性載體薄膜 612 及由薄膜 612 承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層 614 及另一層 616，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面 614a。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳適當低於習用聚合物材料之折射率，例如，低於 1.35 或 1.3、或在 1.15 至 1.3 或 1.15 至 1.35 範圍內。另一層 616 較佳由無奈米空隙且折射率大於

奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層614、616之間之折射率差相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差允許結構化表面614a充當能夠自OLED或其他自發光光源擷取光之光學界面。

結構化表面614a可經修整以具有有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合在光源外之浪費光以便其可用於預期應用。在實例性實施例中，該結構化表面經定型以界定個別光擷取元件615。元件615顯示為具有彎曲表面，該等彎曲表面可代表彎曲線性稜鏡或一系列透鏡式元件，但在無限制之情況下，該等擷取元件通常可具有任一適宜形狀。在實例性實施例中，擷取元件615由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P1來表徵。在該等擷取元件不均勻分佈或彼此間隔之情形下，間距P1可代表該等擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

與圖4a-c之擷取薄膜不同，圖6a-c之擷取薄膜全部繪示為在該薄膜之一側上具有透明電極層作為最外層。該透明電極可由ITO或其他適宜透光導電材料組成。在圖6a之擷取薄膜610之情形下，此層係佈置於層616頂部之透明電極層618。在圖6a-c之實施例中，此一透明電極層較佳適於充當電極，其上可形成一或多個有機光產生層以提供OLED之高折射率光產生區域或核心。因此，透明電極層起初可視為光學擷取薄膜之一部分，且在該擷取薄膜頂部形成OLED後，隨後可視為所得OLED裝置之高折射率區域。

或核心之一部分。

結構化表面614a及/或擷取元件615亦可由距該擷取薄膜適於耦合至自發光光源之表面之距離或厚度來表徵。在擷取薄膜610之情形下，此耦合表面可視為層616之主表面616a，此乃因其毗連隨後將變成OLED之高折射率光產生區域之區域之外表面。與電極層618之表面618a不同，表面616a並非外側表面。兩個特性距離標記於圖中。距離619a係在耦合表面616a與結構化表面614a間之層616之連續接合區部分之厚度。另一特性距離619b係耦合表面616a與平行於該耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最遠之點的平面間之距離。

在擷取薄膜610意欲藉由減少在自發光光源之最外層表面或邊界處全內反射之光之量來增強光擷取的情形下，已發現設計擷取薄膜610以使接合區厚度619a相對較小係有利的。舉例而言，接合區厚度619a可小於50微米、或小於25微米、或小於10微米，但此等值不應理解為限制性。接合區厚度619a亦可小於撓性基板612之厚度。接合區厚度619a亦可十分薄使得層616在捲軸式處理系統(例如圖2中所繪示者)中不適宜作為獨立式支撐薄膜。接合區厚度619a亦可視需要選擇為足夠大以使光擷取元件615之大部分未佈置於該自發光光源之消散區內。

再次在薄膜610意欲藉由減少TIR來增強光擷取的情形下，亦已發現修整擷取特徵615以使其間距P1相對較大(例如，大於1微米)係有利的。特徵高度(即，距離619b與距離

619a間之差)視需要亦可大於1微米。特徵高度及橫向尺寸可足夠大(例如，大於1微米、5微米、10微米或20微米)，以便擷取特徵之功能性主要由光學折射而非(例如)光學繞射之原理管控。

可使用多種製造技術來製作光學擷取薄膜610，包括但不限於連續技術及分批技術。尤其有利之製造技術係連續澆注及固化(3C)捲軸式製程，例如圖2中所示意性地顯示者。亦涵蓋其他適宜製造技術。然而，若使用與圖2之製程類似之製程來製備擷取薄膜610，則層616可構成回填層，該回填層係在奈米空隙化層614及結構化表面614a形成後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層616可與奈米空隙化層614相互穿插。

載體薄膜612、奈米空隙化層614、層616及電極層618較佳全部對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中之一者、一些或全部具有少量至中等量之霧度可能係容許的及/或合意的。該等層較佳以低損耗透射由光源發射之光，使得在該擷取薄膜頂部製作光源後，橫跨耦合表面616a之來自光源之光大部分將在對置外表面612b處離開該擷取薄膜且有助於系統照度。

當然，光擷取薄膜610可包括除圖6a中所繪示彼等以外之其他層及除已論述彼等以外之其他特徵或特性。舉例而言，可將各材料納入該薄膜內以經由散射來增強光擷取，或過濾光，或使其產生色彩偏移或偏振。可將表面塗層或結構(例如功能層)施加至光擷取薄膜之空氣表面以進一步

增加功能性且可能地光擷取薄膜之值。該等表面塗層可具有(例如)光學、機械、化學或電學功能。該等塗層或結構之實例包括彼等具有以下功能或性質者：防霧；抗靜電；防眩光；抗反射；耐磨損(抗劃痕)；防污；疏水性；親水性；黏著促進；折射元件；濾色；紫外(UV)過濾；光譜過濾；色彩偏移；變色；偏振改變(線性或環形)；光重定向；漫射；或光學旋轉。施加至空氣表面之其他可能層包括障壁層或透明導電材料。若需要，可在該擷取薄膜之一側提供釋放襯墊以保護輸出表面612b，且可在擷取薄膜610之對置側上提供另一釋放襯墊以保護電極層618不受損害，直至需要接近彼表面為止。

圖6b係可與底部發射OLED一起使用之另一光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。在圖6b中，光學擷取薄膜640包括撓性載體薄膜642及由薄膜642承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層644及另一層646，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面644a(參見插圖)。亦在層646頂部提供透明電極層648。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳甚低於習用聚合物材料之折射率，例如，低於1.35或1.3、或在1.15至1.3或1.15至1.35範圍內。另一層646較佳由無奈米空隙且折射率大於奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層644、646之間之折射率差相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差允許結構化表面644a充當能夠自OLED或其他自發

光光源擷取光之光學界面，如本文其他地方所闡述。

如上文所論述，結構化表面644a可經修整以具有可有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合來自光源之浪費光以便其可用於預期應用。在實例性實施例中，該結構化表面經定型以界定個別光擷取元件645。元件645經顯示為具有矩形輪廓，該等矩形輪廓可呈現平坦線性隆脊或以兩個正交方向配置之一系列盒形凸起，但在無限制之情況下，該等擷取元件通常可具有任一適宜形狀。在實例性實施例中，擷取元件645由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距P2來表徵。在該等擷取元件不均勻分佈或彼此間隔之情形下，間距P2可代表該等擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

結構化表面644a及/或擷取元件645亦可由距該擷取薄膜適於耦合至自發光光源之表面之距離或厚度來表徵。在擷取薄膜640之情形下，此耦合表面係層646之主表面646a，此乃因其毗連隨後將變成OLED之高折射率光產生區域之區域之外表面。與電極層648之表面648a不同，表面646a並非外側表面。兩個特性距離標記於圖中。距離649a係在耦合表面646a與結構化表面644a間之層646之連續接合區部分之厚度。另一特性距離649b係耦合表面646a與平行於該耦合表面且與該結構化表面相交於該結構化表面距該耦合表面最遠之點的平面間之距離。

在擷取薄膜640意欲藉由減少在自發光光源之高折射率發光區域中以波導模態截留之光之量來增強光擷取的情形

下，發現設計擷取薄膜640使得接合區厚度649a極小係有利的，舉例而言，足夠小以便當耦合表面646a抵靠光源之發射表面佈置時(舉例而言，已於該層618頂部製作該OLED之其餘部分後抵靠電極層618之表面)，光擷取元件645之大部分係佈置於該自發光光源之消散區內。在許多情形下，接合區厚度649a可小於20微米、或小於10微米、或小於5微米，但此等值不應理解為限制性。接合區厚度649a亦可小於撓性基板642之厚度，且可十分薄使得層646在捲軸式處理系統(例如圖2中繪示者)中不適宜作為獨立式支撐薄膜。

亦已發現，修整擷取特徵645以使其間距P2相對較小(例如，小於1微米)係有利的，以便耦合在波導模態外之光。特徵高度亦可視需要小於1微米。特徵高度及橫向尺寸可足夠小，以便擷取特徵之功能性主要由光學繞射而非(例如)光學折射之原理管控。結構化表面644a可具有週期性、準週期性或隨機分佈擷取特徵，且該等擷取特徵可在一些情形下經配置以形成光子晶體結構。

可使用許多不同製造技術來製作光學擷取薄膜640。若使用與圖2之製程類似之製程來製備薄膜640，則層646可構成回填層，該回填層係在奈米空隙化層644及結構化表面644a形成後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層646可與奈米空隙化層644相互穿插。

載體薄膜642、奈米空隙化層644、層646及電極層648較

佳全部對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中之一者、一些或全部具有少量至中等量之霧度可能係容許的及/或合意的。擷取薄膜640亦可包括除圖6b中所繪示彼等以外之其他層及除已論述彼等以外之其他特徵或特性。可在薄膜640之一側或兩側上提供釋放襯墊。

圖6c係可與底部發射OLED一起使用之再一光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖。在圖6c中，光學擷取薄膜670包括撓性載體薄膜672及由薄膜672承載(例如，附接至該薄膜)之各個層。此等層包含奈米空隙化層676及另一層674，於二者之間形成嵌入式界面，該嵌入式界面形成結構化表面674a。在奈米空隙化層676與另一層680之間形成第二嵌入式界面，該第二嵌入式界面形成第二結構化表面676a(參見插圖)。亦在層680頂部提供透明電極層678。舉例而言，奈米空隙化層對可見光之折射率較佳適當低於習用聚合物材料之折射率，例如，低於1.35或1.3、或在1.15至1.3或1.15至1.35範圍內。其他層674、680較佳由無奈米空隙且折射率大於奈米空隙化層之折射率的聚合物材料或其他適宜材料組成。期望層674、676之間及層676、680之間之折射率差異相對較大，例如，至少0.2、或0.3、或0.4、或0.5或更大。折射率之差異允許結構化表面674a、676a中之每一者充當能夠自OLED或其他自發光光源擷取光之光學界面，如本文其他地方所闡述。

如上文所論述，結構化表面674a、676a每一者可經修整以具有有效自光源擷取光之任一外形或形狀，即，耦合在

光源外之浪費光以便其可用於預期應用。結構化表面 674a、676a 可各自分別經定型以界定個別光擷取元件 675、682。元件 675 顯示為具有彎曲表面，其可代表彎曲線性稜鏡或一系列透鏡式元件，但在無限制之情況下，擷取元件 675 通常可具有任一適宜形狀。元件 682 顯示為具有矩形輪廓，其可代表平坦線性隆脊或一系列盒形凸起，但在無限制之情況下，擷取元件 682 通常可具有任一適宜形狀。擷取元件 675 可由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距 P1 來表徵，且擷取元件 682 可由最近相鄰者間之中心-至-中心間隔或間距 P2 來表徵。在該等擷取元件不均勻分佈或彼此間隔之情形下，間距 P1 及/或 P2 可代表各自擷取元件之平均中心-至-中心間隔。

結構化表面 674a、676a 及/或其各自擷取元件 675、682 亦可由距該擷取薄膜適於耦合至自發光光源之表面之距離或厚度來表徵。在擷取薄膜 670 之情形下，此耦合表面係層 680 之主表面 680a，此乃因其毗連隨後將變成 OLED 之高折射率光產生區域之區域之外表面。與電極層 678 之表面 678a 不同，表面 680a 並非外側表面。四個特性距離標記於圖中，對每一嵌入式結構化表面標記兩個特性距離。就結構化表面 674a 而言，距離 679a 係自耦合表面 680a 至結構化表面 674a 之最近部分的軸向距離。儘管實際上此距離並非準確對應於層 676 之連續接合區之厚度(因存在層 680 及結構化表面 676a)，然而，若層 680 遠薄於層 676，則其可視為實質上對應於層 676 之連續接合區部分。距離 679b 係自

耦合表面680a至結構化表面674a之最遠部分的軸向距離。就結構化表面676a而言，距離689a係在耦合表面680a與結構化表面676a間之層680之連續接合區部分之厚度。距離689b係自耦合表面680a至結構化表面676a之最遠部分的軸向距離。

較佳地，擷取薄膜670組合擷取薄膜610與640之態樣。舉例而言，擷取薄膜670可經修整以增強自OLED或其他自發光光源之光擷取，此藉由減少在自發光光源之最外層表面或邊界處完全內部反射之光之量(經由結構化表面674a)及藉由減少在自發光光源之高折射率發光區域中以波導模態所截留之光之量(經由結構化表面676a)二者達成。就此而言，已發現有利的是，設計擷取薄膜670以使主要接合區厚度679a相對較小，例如，小於50微米、或小於25微米、或小於10微米，並進一步設計薄膜670以使接合區厚度689a甚至更小，舉例而言，足夠小以便當耦合表面680a抵靠光源之發射表面佈置時，光擷取元件682之大部分係佈置於該自發光光源之消散區內。接合區厚度689a可(例如)小於20微米、或小於10微米、或小於5微米，且其可為與較大結構化表面674a相連之主要接合區厚度679a之小部分。

亦已發現，有利的是，修整擷取特徵675以使其間距P1相對較大，例如，大於1微米，同時亦修整擷取特徵682以使其間距P2相對較小，例如，小於1微米。擷取特徵675之特徵高度及橫向尺寸可足夠大以便其功能性主要由光學折

射原理管控，而擷取特徵682之特徵高度及橫向尺寸可足夠小以便該等擷取特徵之功能性主要由光學繞射原理管控。

可使用許多不同製造技術來製作光學擷取薄膜670。與圖2中基板216類似，撓性載體薄膜672可具有使其適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。

在一些情形下，可不使用澆注-及-固化技術而使用其他能夠製造預期層中預期擷取特徵之適宜技術來製作結構化表面674a及/或結構化表面676a。然而，若使用與圖2之製程類似之製程來製備擷取薄膜670，則奈米空隙化層676可構成回填層，該回填層係在層674及結構化表面674a形成後產生，且層680可構成另一回填層，該回填層係在奈米空隙化層676及結構化表面676a形成後產生。因此，如結合圖3a所論述，視材料選擇及製程條件而定，層680可與奈米空隙化層676相互穿插，而奈米空隙化層676不可與層674相互穿插。

載體薄膜672、奈米空隙化層676、層474、480及透明電極層678較佳全部對來自光源之光高度透射，但在特定應用中，此等層中之一者、一些或全部具有少量至中等量之霧度可能係容許的及/或合意的。擷取薄膜470可包括除圖6c中所繪示彼等以外之其他層及除已論述彼等以外之其他特徵或特性。可在擷取薄膜670之一側或兩側上提供釋放襯墊。

圖7a顯示可如何將圖6a-c之光學擷取薄膜中之任一者與

底部發射 OLED 或其他適宜之於該擷取薄膜上製作之自發光光源組合以產生增強之發光光學裝置 720。

製造此一組合之第一步驟可為提供光擷取薄膜 600，其可為上文所闡述擷取薄膜 610、640、670 或其變體中之任一者。此等薄膜每一者皆在其一側上包括透明電極層。可在此層頂部提供其他高折射率層，包括至少一個有機光產生層及可選第二電極層，該第二電極層可係透明的或可不透明。此等額外高折射率層在圖中由示意性層 714a 代表。彼等層與光學擷取薄膜之透明電極層組合可形成高折射率發光區域 714，其產生響應所施加電流或電場之預期波之光。該區域通常極薄，例如，光波長之數量級，例如，或小於 1 或 2 微米，但可使用其他厚度。

可在高折射率區域 714 頂部形成或施加一或多個其他層（在圖中由層 712 示意性地代表）。層 712 可包含（例如）支撐薄膜及/或障壁薄膜。在實例性實施例中，層 712 可包含超障壁薄膜（例如彼等於美國專利 5,440,446 (Shaw 等人)、5,877,895 (Shaw 等人) 及 6,010,751 (Shaw 等人) 中所闡述者）或類金剛石玻璃之濺射層。另一選擇為，層 712 可省略且由惰性氣體或真空替代，可將其維持於該 OLED 與適宜覆蓋玻璃構件間之密封室中。

由於裝置 720 係底部發射 OLED，故在高折射率區域 714 中所產生之光穿透擷取薄膜 600 並經由如自圖 7a 之透視圖中所見之「底部」表面（例如，自表面 612b、或表面 642b、或表面 672b）離開該裝置。在一些情形下，裝置 720

可經設計以自該裝置對置側幾乎不發射光或不發射光。在彼等情形下，層712之構成組件中之一者、一些或全部可大致不透明。在其他情形下，裝置720可自兩側發射光，因此層712之組件可全部透光。在該等情形下，其中該裝置係自兩側發射，將擷取特徵施加於該裝置之兩側上可係有用的。

現參照圖7b，看到已在特定光學擷取薄膜(即，圖6c之擷取薄膜670)上形成底部發射OLED的光學裝置730之示意性側視圖或剖視圖。在該擷取薄膜之最外層(透明電極層678)頂部已形成或以其他方式添加薄高折射率層716、717、及(再次)由層712示意性地繪示之一或多個其他層。層716、717中之至少一者包含如本文其他地方所闡述之有機光產生層，且層716、717中之一者亦可包含電極，該電極可係透明的或可不透明。層717、718與該擷取薄膜之透明電極層678組合以形成高折射率發光區域714，其產生響應所施加電流或電場之預期波長之光。區域714之構成層之折射率可(例如)全部處於1.6至1.8範圍內。區域714通常亦極薄，例如，光波長之數量級，例如，或小於1或2微米，但可使用其他厚度。包含層712之層(若存在)之折射率通常實質上低於高折射率區域714之折射率，且其通常厚得多。

在圖7b之放大圖中，可同時看到結構化表面676a之光擷取元件682及結構化表面674a之光擷取元件675中之一者，以使讀者在一定程度上感到在一些實施例中在折射元件及

繞射元件之間可達成之大小及厚度差。

在裝置 730 中，該擷取薄膜之光學耦合表面 680a 與該 OLED 之發光表面重合，此乃因高折射率發光區域 714 之外邊界對應於透明電極層 678 之主表面。因此，距離 689a、689b 不僅代表自結構化表面 676a 至光學耦合表面 680a 之最小及最大軸向距離，且亦(分別)代表自結構化表面 676a 至該 OLED 之發光表面 680a 之最小及最大軸向距離。在高折射率區域 714 內所產生之一些光以波導模態截留於彼區域中，且可以在區域 714 外以繞射方式經光擷取元件 682 耦合，且此後可在 OLED 裝置外以折射方式經光擷取元件 675 耦合，該光最後經由表面 672b 離開裝置 730，該表面現可視為裝置 730 之輸出表面。

由於裝置 730 係底部發射 OLED，故在高折射率區域 714 中所產生之光穿透擷取薄膜 670 並經由如自圖 7b 之透視圖所見之「底部」表面(即，自表面 672b)離開該裝置。在一些情形下，裝置 720 可經設計以自該裝置對置側幾乎不發射光或不發射光。在彼等情形下，層 712 之構成組件中的一者、一些或全部可大致不透明。在其他情形下，裝置 720 可自兩側發射光，因此層 712 之組件可全部透光。在該等情形下，其中該裝置係自兩側發射，將擷取特徵施加於該裝置之兩側上可係有用的。

像素化 OLED 裝置

可利用多種不同類型已知 OLED(包括可通常用於照明應用之非像素化 OLED 及可通常用於在電子顯示器中產生影

像之像素化 OLED) 實踐所揭示光學擷取薄膜及薄膜/OLED 組合。圖 8 係典型像素化 OLED 810 之示意性俯視圖。OLED 810 經圖案化以形成不同發光區 812a、812b、812c 及位於發射區間之非發射區。該等發射區中之每一者較佳個別可電定址。該等發光區係以重複圖案配置以形成大陣列，以使該陣列內之任一給定發光區或區組可經任一給定時間照射以提供靜態影像或視訊影像。

在單色顯示器中，區 812a-c 可發射相同光譜含量或色彩之光。在此情形下，每一個別區 812a、812b、812c 皆可代表單一像素。在彩色顯示器中，區 812a-c 可發射不同色彩之光，舉例而言，區 812a 可發射紅光，區 812b 可發射綠光，且區 812c 可發射藍光。其他色彩及色彩組合亦係可能的，且該 OLED 可包括三個以上或以下不同彩色區，如像素化顯示器領域中所知。在彩色顯示器中，不同彩色區通常聚集在一起以形成像素，在該情形下，給定像素內之每一個別發射區可稱為子像素。在 OLED 810 適用於彩色顯示器且區 812a 發射紅色光，區 812b 發射綠色光，且區 812c 發射藍色光的情形下，區 814 可在一個實施例中視為單一像素。彼像素之大小可由不同橫向尺寸(即，在該圖平面內所量測之尺寸)來表徵。在像素具有標稱矩形形狀之情形下，兩個相關尺寸可為矩形之長度(較長邊之跨距)及寬度(較短邊之跨距)。尺寸 820 代表像素 814 之寬度。另一相關尺寸可為最大橫向尺寸，例如矩形像素對角線之長度。注意，若 OLED 810 發射單色光以使每一個別區 812a 等為

像素，則較小像素將具有與像素814相同之長度，但寬度為像素814的三分之一。另一選擇為，若OLED 810需要四個(而非三個)相鄰發射區來構成像素，則彼像素將具有與像素814相同之長度，但寬度為像素814寬度的4/3倍。

圖9a及9b展示自具有普通結構化表面薄膜(其結構化表面暴露於空氣中(非嵌入式))之像素化頂部發射OLED擷取光與自具有納入所揭示奈米空隙化層及嵌入式結構化表面之擷取薄膜之相同像素化頂部發射OLED擷取光之間的差異。簡言之，使用奈米空隙化層及嵌入式結構化表面允許該結構化表面遠比其他薄膜之結構化表面更接近OLED佈置。此乃因奈米空隙化層允許圖9b之擷取薄膜相對於圖9a之擷取薄膜而翻轉，從而使得無需在OLED與結構化表面之間插入載體薄膜。相反，(嵌入式)結構化表面可佈置於該載體薄膜與該OLED之間且該擷取薄膜在該(嵌入式)結構化表面與該OLED間之接合區部分可經製備以具有實質上小於典型載體薄膜之厚度的厚度(例如，小於50、25、或10微米)。將結構化表面定位成更接近像素化OLED可具有減少像素模糊之顯著優點，尤其對於具有小像素大小之OLED而言。當該擷取薄膜之結構化表面含有可在不同方向上散射光之折射結構時會產生像素模糊。

可在該散射與由普通蠟紙片材產生之散射之間作類比。若將蠟紙片材直接放置於印刷文字紙張頂部，則觀察者仍可穿過該蠟紙識別文字。然而，若將蠟紙緩慢左移以使該文字與該散射蠟紙間之距離增加，則該文字迅速變得難以

辨認，此乃因文字之字母邊界因蠟紙之散射作用而變得過於模糊所致。與此類似，圖9b之嵌入式結構化表面與圖9a之結構化表面相比可使像素化OLED幾乎不產生模糊，因此，前者結構化表面遠比後者結構化表面更接近於該OLED。

因此，圖9a繪示裝置910之一部分，該裝置係藉由將普通光學撷取薄膜930施加至像素化頂部發射OLED 920來產生，且圖9b繪示裝置950之一部分，該裝置係藉由將納入奈米空隙化層及嵌入式結構化表面之光學撷取薄膜960施加至相同像素化頂部發射OLED 920來產生。在該等圖中，OLED 920之標記組件包括：驅動器/控制器922；發光區(例如像素)924；有機光產生層926；透明導體928；及平面化該OLED以提供平坦發光表面929a之光學耦合層929。在圖9a中，將具有暴露結構化表面934a之撷取薄膜930施加至該OLED。撷取薄膜930包括：載體薄膜932；使該載體薄膜附接至該OLED之黏著劑層931；及經壓花以其他方式形成以提供結構化表面934a之塗層934，該結構化表面可經定型以界定諸如透鏡式稜鏡或透鏡等足夠大以基於折射原理起作用之光撷取元件。撷取薄膜930之個別層中無一者係奈米空隙化層。相反，舉例而言，撷取薄膜960可具有與結合圖4a所闡述者類似之構造。因此，薄膜960包括：載體薄膜912；奈米空隙化層914，其可具有在1.15至1.35或1.15至1.3範圍內之折射率；折射率高於奈米空隙化層914之層916，層916較佳係回填且與該奈米空隙化層具

有界面，該界面界定具有擷取元件915之結構化表面914a，元件915可為足夠大以基於折射原理起作用之透鏡式稜鏡或透鏡。舉例而言，結構化表面914a與表面916a間之層916之接合區部分可小於50微米、或小於25微米、或小於10微米。在每一情形下，來自像素化OLED之光皆係自該擷取薄膜之最上(以圖9a及9b之角度看)表面(即，在圖9a中自結構化表面934a且在圖9b中自平面表面912b)發射。

關於適於與像素化OLED一起使用之光學擷取薄膜之其他資訊可見於與本案在同一日期申請之共同受讓美國申請案XXX，「Light Extraction Films for Increasing Pixelated OLED Output With Reduced Blur」(代理案號67021US002)，且其全文以引用方式併入本文中。

如上文所說明，擷取薄膜960比擷取薄膜930更接近像素化OLED定位結構化表面之能力使得擷取薄膜960具有減少模糊之優點。此外，相對於薄膜930之結構化表面之暴露性質，薄膜960之結構化表面之嵌入式性質提供堅固性或抵抗磨損或其他有害試劑之損害的優點。

實例

在以下實例中，除非另有說明，否則所有份數、百分比、比率等均以重量計。除非另有說明，否則所用溶劑及其他試劑均係自Sigma-Aldrich Chemical公司，Milwaukee, Wisconsin獲得。

實例1：50/60彈頭形擷取器，黏著劑回填，在ULI中無

霧度

使用射線追蹤法及模型化軟體包 LIGHTTOOLS(購自光學研究協會(Optical Research Associates), Pasadena, CA)對具有嵌入式擷取層之 OLED 實施計算機模擬。經模擬之組態通常如圖 5b 中 OLED 裝置 520 所顯示。將超低電導率(ULI)微複製奈米空隙化材料(參見例如圖 5b 中層 414)模型化為具有 1.2 之折射率及零霧度。將載體薄膜或基板(參見例如圖 5b 中層 412)之折射率選擇為 1.65 以模型化聚對苯二甲酸乙二酯(PET)基板。將回填層(參見例如圖 5b 中層 416)之折射率選擇為 1.48 以模型化 Soken 2032 壓敏黏著劑(購自 Soken Chemical & Engineering 有限公司, Japan)。假定基板具有 100 μm 之厚度。

擷取結構(參見例如圖 5b 中結構化表面)係具有 50 μm 間距之一系列彈頭形擷取元件，在俯視圖或平面圖中該陣列之擷取元件具有六邊形配置。每一擷取元件之形狀由繞軸旋轉圓區段所產生之旋轉之表面給出，參照圖 10a 及 10b 予以更充分說明。用於界定實例 1 中彈頭形狀之彎曲區段 1012 係圓 1010 位於角 θ_1 與角 θ_2 間之區段，如自經過圓心之圓平面中之軸 1005 所量測。在實例 1 之彈頭形狀中， θ_1 係 50 度且 θ_2 係 60 度。然後使區段 1012 繞軸 1015 旋轉，軸 1015 平行於軸 1005，但與該彎曲區段之端點相交，以產生旋轉 1020 之彈頭形表面。

模擬結合至 OLED 之基板側上之此光學擷取薄膜之光學性能並在 CIE 1976 $L^* u^* v^*$ 色空間中以最大角度色差測定

色彩均勻度(CIE標準S 014-5/E:2009)。就 (u', v') 色度坐標而言，色差由下式給出：

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u' - u'_0)^2 + (v' - v'_0)^2},$$

其中 (u'_0, v'_0) 係參考源之色度坐標，在此情形下利用OLED之軸向亮度來評價角度色彩均勻度。以具有撷取薄膜之OLED與不具有撷取薄膜之OLED之積分功率比測定積分增益。用於該模擬之OLED之參數係基於Philips Lumiblade OLED(購自Philips Lighting U.S., Somerset, NJ)之實驗性量測值。在模型及優化中使用以實驗方式量測之OLED特性。首先將OLED向下打孔至1 cm×1 cm表面積，且然後視情況在具有折射率匹配油之基板側耦合至直徑為2.5英吋BK7半球透鏡，該半球透鏡之球形表面經抗反射塗佈。由於該OLED基板之折射率密切匹配BK7半球透鏡，故可消除外基板表面處之反射及折射，從而允許準確量測進入基板之OLED發射及在該OLED/基板界面處之OLED反射。特定而言，在該模擬中表徵並使用該OLED之角度光譜亮度及反射率。當與經計算機設計之撷取層輪廓組合時，可準確模型化該OLED裝置。所計算色差隨角度之變化於下文表1中給出，其中該角係在空氣中相對於模型化裝置之光學軸或表面法線之觀測角。具有嵌入式撷取薄膜時與不具有嵌入式撷取薄膜時的最大角度色彩不均勻度分別為0.0115及0.0242。模型化撷取薄膜之積分增益為1.48。

表 1

角(度)	$\Delta u'v'$ 具有撷取薄膜 之OLED	$\Delta u'v'$ 原始OLED
88.5	0.0060	0.0242
85.5	0.0053	0.0219
82.5	0.0058	0.0202
79.5	0.0057	0.0193
76.5	0.0072	0.0189
73.5	0.0055	0.0182
70.5	0.0065	0.0178
67.5	0.0075	0.0174
64.5	0.0072	0.0171
61.5	0.0080	0.0166
58.5	0.0090	0.0158
55.5	0.0091	0.0150
52.5	0.0105	0.0143
49.5	0.0115	0.0134
46.5	0.0108	0.0124
43.5	0.0115	0.0115
40.5	0.0108	0.0102
37.5	0.0108	0.0088
34.5	0.0098	0.0073
31.5	0.0105	0.0061
28.5	0.0089	0.0048
25.5	0.0072	0.0036
22.5	0.0055	0.0027
19.5	0.0059	0.0015
16.5	0.0049	0.0010
13.5	0.0051	0.0005
10.5	0.0042	0.0005
7.5	0.0018	0.0003
4.5	0.0032	0.0006
1.5	0.0000	0.0000

此等結果繪示於圖 11a 中，其中曲線 1110 係模型化 OLED/擷取薄膜組合之色差，且曲線 1112 係不具有擷取薄膜之 OLED 之色差。

實例 2：50/60 彈頭形擷取器，黏著劑回填，在 ULI 中有霧度

以與實例 1 相同之方式模擬具有光學擷取薄膜之 OLED，只是在奈米空隙化超低電導率 (ULI) 層中包括一些霧度。此藉由向所模擬奈米空隙化層添加散射中心來模擬，其中該等散射中心主要以向前 45° 圓錐角散射光，且其中散射機率設定為 20% (即，將光射線在穿透該層時散射至少一次之機率設定為 20%)。所模擬擷取薄膜之奈米空隙化層中之此內置霧度使得角度色彩不均勻度減少至 0.010 且積分增益提高至 1.51。

實例 3：50/60 彈頭形擷取器，HRI 回填，在 ULI 中無霧度

以與實例 1 中相同之方式模擬具有光學擷取薄膜之 OLED，只是將奈米空隙化 ULI 材料之折射率設定為 1.26 (而非 1.2)，並將回填材料 (參見例如，圖 5b 中層 416) 之折射率選擇為 1.65 (而非 1.48)，該折射率代表高折射率可固化樹脂，例如經奈米氧化鋯填充之可 UV 固化丙烯酸酯樹脂，例如彼等於美國專利 7,547,476 (Jones 等人) 中所闡述者。

色彩不均勻度及積分增益係按照實例 1 中進行測定。所計算色差於表 2 中給出。具有光學擷取薄膜時與不具有光學擷取薄膜時最大角度色彩不均勻度分別為 0.0083 及

0.0242。具有撷取薄膜時積分增益為 1.55。

表 2

角(度)	$\Delta u'v'$ 具有撷取薄膜 之 OLED	$\Delta u'v'$ 原始 OLED
88.5	0.0022	0.0242
85.5	0.0030	0.0219
82.5	0.0053	0.0202
79.5	0.0083	0.0193
76.5	0.0072	0.0189
73.5	0.0072	0.0182
70.5	0.0072	0.0178
67.5	0.0060	0.0174
64.5	0.0059	0.0171
61.5	0.0054	0.0166
58.5	0.0060	0.0158
55.5	0.0058	0.0150
52.5	0.0048	0.0143
49.5	0.0065	0.0134
46.5	0.0058	0.0124
43.5	0.0075	0.0115
40.5	0.0062	0.0102
37.5	0.0067	0.0088
34.5	0.0068	0.0073
31.5	0.0070	0.0061
28.5	0.0055	0.0048
25.5	0.0040	0.0036
22.5	0.0037	0.0027
19.5	0.0020	0.0015
16.5	0.0014	0.0010
13.5	0.0013	0.0005
10.5	0.0008	0.0005
7.5	0.0002	0.0003
4.5	0.0010	0.0006
1.5	0.0000	0.0000

此等結果繪示於圖 11b 中，其中曲線 1120 係模型化 OLED/擷取薄膜組合之色差，且曲線 1122 係不具有擷取薄膜之 OLED 之色差。

實例 4：50/60 彈頭形擷取器，HRI 回填，在 ULI 中有霧度
以與實例 3 中相同之方式模擬具有光學擷取薄膜之 OLED，只是在奈米空隙化超低電導率 (ULI) 層中包括一些霧度，與實例 2 所闡述之霧度相同。色彩不均勻度及積分增益係按照實例 1 中進行測定。角度色彩不均勻度減少至 0.007 且積分增益提高至 1.57。

實例 5：彈頭形擷取器加上 1-D 稜鏡陣列
以與實例 1 相同之方式模擬具有擷取薄膜之 OLED，只是在基板與 OLED 層之對置側 (參見例如圖 5b 中表面 412b) 上添加 1 維 (即，線性延伸) 稜鏡薄膜，其中稜鏡之峰背向 OLED 層。稜鏡陣列之間距為 50 μm 。稜鏡材料之折射率經選擇與基板相同 ($n=1.65$) 且所有其他裝置參數皆與實例 1 中之彼等相同。

所計算色差於表 3 中給出。最大色彩不均勻度為 0.0126 且積分增益為 1.34。儘管積分增益低於實例 1 及 2 之積分增益，但在此實例中所發射光實質上係準直的。

表 3

角(度)	$\Delta u'v'$ 具有撷取薄膜 之OLED	$\Delta u'v'$ 初始 OLED
88.5	0.008	0.0242
85.5	0.0105	0.0219
82.5	0.0074	0.0202
79.5	0.0066	0.0193
76.5	0.005	0.0189
73.5	0.0079	0.0182
70.5	0.0067	0.0178
67.5	0.0084	0.0174
64.5	0.01	0.0171
61.5	0.0126	0.0166
58.5	0.0118	0.0158
55.5	0.0122	0.0150
52.5	0.0119	0.0143
49.5	0.0098	0.0134
46.5	0.0111	0.0124
43.5	0.011	0.0115
40.5	0.01	0.0102
37.5	0.009	0.0088
34.5	0.0085	0.0073
31.5	0.0062	0.0061
28.5	0.0048	0.0048
25.5	0.0035	0.0036
22.5	0.0036	0.0027
19.5	0.0029	0.0015
16.5	0.0024	0.0010
13.5	0.0029	0.0005
10.5	0.0023	0.0005
7.5	0.0018	0.0003
4.5	0.0002	0.0006
1.5	0.0000	0.0000

此等結果繪示於圖 11c 中，其中曲線 1130 係模型化 OLED/撷取薄膜組合之色差，且曲線 1132 係不具有撷取薄膜之 OLED 之色差。

實例 6：低霧度 ULI，Soken PSA 回填

如下文所闡述由微複製奈米空隙化材料(亦稱為超低折射率或 ULI 材料)來製備光撷取薄膜。關於微複製 ULI 及用於製備微複製 ULI 結構之製程之詳細資訊可見於本文其他地方所參考之共同受讓美國專利申請案(代理案號 66015US005)。

彈頭形微複製工具

使用如美國專利 6,285,001(Fleming 等人)中所述之準分子雷射機械加工製程來製備用於此實例 6 之彈頭形微複製工具。將所得圖案轉印至具有倒置彈頭形狀之銅輥中，其中該等彈頭特徵以具有 50 μm 間距之緊密堆疊六邊形圖案配置且彈頭形狀大致如實例 1 中所闡述，只是界定旋轉表面之彎曲弧由角 $\theta_1=25$ 度及 $\theta_2=65$ 度限定。然後使用銅輥作為複製母板使用 Accentrim 樹脂(含有胺基甲酸酯之可 UV 固化丙烯酸酯樹脂，其組成為 75 重量 % 購自 Cognis 之 PHOTOMER 6210 及 25% 購自 Aldrich Chemical 公司之 1,6-己二醇二丙烯酸酯；及光起始劑，1 重量 % 購自 Ciba Specialty Chemicals 之 Darocur 1173)實施連續澆注及固化製程。將 Accentrim 樹脂澆注於 PET 支撐薄膜(DuPont 618 PET 薄膜，厚度為 5 密耳)上且然後使用紫外光使其抵靠準確圓柱形工具固化。

經 A-174 處理之二氧化矽奈米粒子

在配備有冷凝器及溫度計之2升三頸燒瓶中，在快速攪拌下將960克IPA-ST-UP有機二氧化矽細長粒子(購自Nissan Chemical公司，Houston，TX)、19.2克去離子水及350克1-甲氧基-2-丙醇混合。該等細長粒子之直徑介於約9 nm至約15 nm之間且長度在約40 nm至約100 nm範圍內。將該等粒子分散於15.2% wt IPA中。然後，將22.8克Silquest A-174矽烷(購自GE Advanced Materials，Wilton，CT)添加至燒瓶中。將所得混合物攪拌30分鐘。

將混合物在81°C下保持16小時。然後，使溶液冷卻至室溫。然後，使用旋轉蒸發器在40°C水浴下去除溶液中之約950克溶劑，得到存於1-甲氧基-2-丙醇中之41.7% wt經A-174修飾之細長二氧化矽的透明分散液。

低霧度、低折射率調配物(ULI樹脂)

向琥珀色玻璃廣口瓶中添加經A-174處理之二氧化矽奈米粒子IPA-ST-UP於1-甲氧基-2-丙醇中之194.1 g 41.78 wt%溶液。亦向該廣口瓶中添加以40%溶液形式存於乙酸乙酯中之64.87 g Sartomer SR 444及40.5 g Sartomer CN 9893(二者均購自Sartomer公司，Exton，PA)，1.458 g Irgacure 184、0.48 g Irgacure 819(二者均購自Ciba Specialty Chemicals公司，High Point，NC)及1.5 g TEGO® Rad 2250(購自Evonik Tego Chemie GmbH，Essen，Germany)。將調配物之內含物充分混合，得到50.5重量%固體之可UV固化ULI樹脂。

超低電導率(ULI)結構

取出來自上述連續澆注及固化製程之彈頭狀薄膜並實施釋放處理。該釋放處理由以下組成：首先在200 W下用500 ccm O₂對該薄膜實施20秒之氧電漿處理，隨後在150 W下用200 ccm TMS實施90秒之四甲基矽烷(TMS)電漿處理。然後使用此薄膜作為複製母板實施連續澆注及固化製程以微複製超低電導率(ULI)結構。ULI樹脂為50.5重量%固體且複製於3密耳厚經塗底層之PET薄膜上。使用以35.3 V及5.85安培運行之LED固化系統來固化樹脂。使用Fusion燈(H-燈泡)對微複製ULI薄膜實施後固化。使用Metricon 2010型稜鏡耦合器(購自Metricon公司，Pennington, NJ)來量測微複製ULI層之折射率且認為係約1.25。圖10c顯示所製備ULI複製物之結構化表面1030之光學顯微照片，其中個別彈頭形擷取元件1032清晰可見。

擷取薄膜

利用Soken 2032壓敏黏著劑(購自Soken Chemical & Engineering有限公司，Japan)藉由使用加熱輥筒層壓機在壓力下層壓來回填該ULI薄膜，其中輥筒處於230°F。光學顯微鏡證實在ULI彈頭模板中完全充滿PSA。亦用雷射指針詢問該薄膜且觀察到與自原始銅工具複製之彈頭薄膜工具類似之折射圖案。

藉由將該擷取薄膜之回填黏著劑層結合至Philips Lumiblade OLED測試載具(購自Philips Lighting U.S., Somerset, NJ)之基板側來評價此光擷取薄膜之光學性能。

將積分增益量測為具有擷取薄膜之OLED與不具有擷取薄膜之OLED的積分功率比。具有嵌入式擷取薄膜時的最大角度色彩不均勻度相對於不具有嵌入式擷取薄膜之OLED展示改良。具有該嵌入式擷取薄膜時積分增益為1.28。

實例7：具有基於ULI之內部擷取薄膜之OLED

400 nm 1D結構

此實驗性實例7所用微複製工具係藉由澆注及固化製程自金屬圓柱形工具圖案製備之薄膜複製物。用於製備「鋸齒」1維結構化薄膜工具(具有400 nm間距之線性延伸稜鏡)之工具係經改質經金剛石車削之金屬圓柱形工具圖案，使用準確金剛石車削機將其切削成工具之銅表面。具有準確鋸齒切削特徵之所得銅圓柱體(圖12中所顯示之SEM影像)經鎳鍍覆並經PA11-4塗佈。銅母板圓柱體之鍍覆及塗佈製程係用於在微複製製程期間促進固化樹脂釋放之慣例。使用包含丙烯酸酯單體之丙烯酸酯樹脂組合物(75重量%購自Cognis之PHOTOMER 6210及25重量%購自Aldrich Chemical公司之1,6-己二醇二丙烯酸酯)及澆注於PET支撐薄膜(厚度為5密耳)上之光起始劑(1重量% Darocur 1173, Ciba Specialty Chemicals)來製備薄膜複製物且然後使用紫外光抵靠準確圓柱形工具使其固化。

使用電漿增強化學氣相沈積(PECVD)製程用矽烷釋放劑(四甲基矽烷)塗佈所得結構化薄膜之表面。該釋放處理由以下組成：在200 W下用500 ccm O₂對該薄膜實施20秒之氧電漿處理，隨後在150 W下用200 ccm TMS實施90秒之

四甲基矽烷(TMS)電漿處理。然後使用表面經處理之結構化薄膜作為工具，將一塊該薄膜之結構化側朝外纏繞並固定至澆注輥之表面。

低霧度、低折射率調配物

經A-174處理之IPA-ST-UP二氧化矽奈米粒子係按照實例6中進行製備。向琥珀色玻璃廣口瓶中添加經A-174處理之二氧化矽奈米粒子IPA-ST-UP於1-甲氧基-2-丙醇中之131.25 g 40 wt%溶液。亦向該廣口瓶中添加42 g Sartomer SR 444及10.5 g Sartomer CN 9893(二者均購自Sartomer公司，Exton, PA)、0.2875 g Irgacure 184、0.8 g Irgacure 819(二者均購自Ciba Specialty Chemicals公司，High Point, NC)、1 g TEGO[®] Rad 2250(購自Evonik Tego Chemie GmbH, Essen, Germany)及25.5克乙酸乙酯。將調配物之內含物充分混合，得到50.5重量%固體之可UV固化ULI樹脂。

1D-ULI(超低折射率)結構

取出上文以「400 nm 1D結構」所闡述之400 nm間距鋸齒薄膜並實施釋放處理。該釋放處理由以下組成：首先在200 W下用500 ccm O₂對該薄膜實施20秒之氧電漿處理，隨後在150 W下用200 ccm TMS實施90秒之四甲基矽烷(TMS)電漿處理。然後使用表面經處理之結構化薄膜作為工具，將一塊該薄膜之結構化側朝外纏繞並固定至澆注輥之表面。

利用薄膜微複製設備在連續薄膜基板上產生微結構化奈

米空隙化結構。該設備包括：用於施加塗佈溶液之針形模具及注射幫浦；圓柱形微複製工具；抵靠該工具之橡膠夾輥；圍繞該微複製工具之表面配置之一系列UV-LED陣列；及供應、拉伸及拾取連續薄膜之卷材處理系統。該設備經組態以手動控制一些塗佈參數，包括工具溫度、工具旋轉、卷材速度、橡膠夾輥/工具壓力、塗佈溶液流動速率及UV-LED輻照度。實例製程圖解說明於圖2中。

將塗佈溶液(參見上文)施加至毗鄰於該工具與該薄膜之間所形成之軋點之3密耳PET薄膜(在兩側上經塗底層之DuPont Melinex薄膜)。將該溶液之流動速率調節至約0.25 ml/min並將卷材速度設定為1 ft/min，以便在軋點處維持溶液之連續滾動排。

UV-LED排使用8列LED，其中每列具有16個LED(Nichia NCCU001，峰波長=385 nm)。將該等LED組態於4個電路板上，該等電路板經定位以使每一電路板之面經安裝與微複製工具輥之表面相切，且可將該等LED之距離調節至在0.5英吋與1.5英吋之間之距離。LED係以16個具有8個串聯LED之平行串驅動。藉由調節裝置電流來控制UV-LED排。對於本文所闡述之實驗，在35.4 V下將電流設定為約5.6安培，其中該等LED與微複製工具之距離在0.5英吋與1.0英吋之間。輻照度未經校準。當該薄膜及工具旋轉經過UV LED排時，塗佈溶液與所存在溶劑一起固化，從而形成對應於負型或3維倒置或互補工具結構之微複製奈米多孔結構陣列。

將結構化薄膜與工具分離並收集於卷取輥上。藉由UV輻射進一步固化(後處理固化)奈米結構化塗佈以改良塗層之機械特性。使用安裝有H-燈泡之I300P型Fusion系統(Gaithersburg MD)來達成後處理固化。UV室經氮惰化至約50 ppm氧。

具有基於ULI之內部撷取薄膜之OLED

回填PET上之奈米複製ULI層並藉由電漿增強化學氣相沈積(PECVD，PlasmaLab™系統100型，購自Oxford Instruments, Yatton, UK)用1000 nm厚氮化矽層使其大致平面化。PECVD製程中所用參數闡述於表4中。

表 4

反應物/條件：	值：
SiH4	400 sccm
NH3	20 sccm
N2	600 sccm
壓力	650毫托
溫度	100°C
高頻(HF)功率	20 W
低頻(LF)功率	20 W

使用Metricon 2010型稜鏡耦合器(購自Metricon公司，Pennington, NJ)來量測氮化矽層之折射率，且認為係1.78。在該奈米結構化層中，ULI與氮化矽回填間之折射率反差(折射率之差)為約0.5。

在平面化基板上製作OLED始於經由陰影遮罩在經氮化矽回填塗佈之1D結構上沈積約110 nm厚ITO以界定具有5 x

5 mm作用區之陽極幾何結構。隨後，沈積綠色有機發射堆疊及陰極以完成OLED。在真空系統中在約 10^{-6} 托之基準壓力下經由一組陰影遮罩藉由標準熱沈積來製作OLED。

沈積以下OLED構造：

HIL(300 nm)/HTL(40 nm)/EML(30 nm, 6%)/ETL(20 nm)/LiF(1 nm)/Al(200 nm)，其中HIL係電洞注入層，HTL係電洞傳輸層，EML係發射層，且ETL係電子傳輸層。

完成後，在惰性氣氛下藉由如美國專利 7,018,713 (Padiyath等人)中所述層壓障壁囊封薄膜來囊封OLED，在該囊封薄膜與OLED陰極之間使用SAES水分及氧清除吸氣劑(購自SAES Getters USA公司，Colorado Springs, CO)。

在Autronic錐光偏振儀(購自Autronic-Melchers GmbH, Karlsruhe, Germany)上測試樣品以量測亮度及傾斜度。表5顯示若干樣品之量測結果。

表 5

實例	在10 mA/cm ² 下之電壓	軸向 亮度 (cm/m ²)	最大 亮度 (cm/m ²)	在最 大亮 度處 之 θ	在最 大亮 度處 之 Φ	積分 強度 (lm/m ²)	軸向 亮度 (cm/m ²)	總 增益	同軸 增益
實例7， 樣品A	7	6186	6486	8	104	14953	6186	1.56	1.44
實例7， 樣品B	7.1	5866	6092	10	296	13938	5866	1.46	1.37
實例7， 樣品C	7	6156	6313	13	245	14797	6156	1.55	1.43
實例7， 樣品D	7	5943	6214	9	251	14815	5943	1.55	1.38
實例7， 樣品E	7	5693	5845	9	290	13801	5693	1.44	1.33

實例7， 樣品F	7.1	5624	6049	10	285	14293	5624	1.49	1.31
實例7， 樣品G	7.6	5404	5673	14	291	13601	5404	1.66	1.47
實例7， 樣品H	6.5	5153	5321	5	69	12455	5153	1.52	1.41
實例7， 樣品I	7	5088	5291	11	271	12748	5088	1.56	1.39
實例7， 樣品J	6.9	5283	5451	4	28	12621	5283	1.54	1.44
實例7， 樣品K	7.1	5225	5347	2	53	12387	5225	1.51	1.42

總增益及同軸增益之量測值分別匯總於圖 13a及 13b之最右行，標記為「樹脂B」。圖中菱形記號代表數據組之統計量測值。

比較實例 1：具有基於 Accentrim 之內部擷取薄膜之 OLED

奈米複製薄膜係如實例 7 中所述進行製備，只是使用非奈米空隙化 Accentrim 樹脂(含有胺基甲酸酯之可 UV 固化丙烯酸酯樹脂，其組成為 75 重量%購自 Cognis 之 PHOTOMER 6210 及 25%購自 Aldrich Chemical 公司之 1,6-己二醇二丙烯酸酯；及光起始劑，1 重量%購自 Ciba Specialty Chemicals 之 Darocur 1173)代替奈米空隙化 ULI 材料。在 Accentrim 樹脂中形成 400 nm 間距鋸齒結構化表面，然後回填並藉由電漿增強化學氣相沈積(PECVD，PlasmaLab™系統 100 型，購自 Oxford Instruments, Yatton, UK)用 1000 nm 厚氮化矽層使其大致平面化。PECVD 製程中所用參數係如實例 7 中所闡述。

使用 Metricon 2010 型稜鏡耦合器 (購自 Metricon 公司，Pennington, NJ) 來量測氮化矽層之折射率，且認為係 1.78。Accentrim 樹脂之折射率為約 1.48。在該奈米結構化層中，基於 Accentrim 之奈米結構與氮化矽回填之間之折射率反差為約 0.2。

如實例 7 中所闡述在回填基板上製作 OLED 且用障壁薄膜囊封。在 Autronic 錐光偏振儀 (購自 Autronic-Melchers GmbH, Karlsruhe, Germany) 上測試樣品以量測亮度及傾斜度。表 6 顯示若干樣品之量測結果。

表 6

實例	在 10 mA/cm ² 下之電壓	軸向 亮度 (cm/m ²)	最大 亮度 (cm/m ²)	在最大 亮度處 之 θ	在最大 亮度處 之 Φ	積分 強度 (lm/m ²)	軸向 亮度 (cm/m ²)	總 增益	同軸 增益
比較實例 1，樣品A	10.1	3721	5763	11	110	12299	3721	1.29	0.87
比較實例 1，樣品B	7.2	3973	6155	11	71	13242	3973	1.38	0.93
比較實例 1，樣品C	8.5	4265	5921	10	296	12979	4265	1.36	0.99
比較實例 1，樣品D	6.9	4459	6155	10	296	13588	4459	1.42	1.04
比較實例 1，樣品E	10.3	4535	5927	14	316	13362	4535	1.4	1.06
比較實例 1，樣品F	7.1	3290	4264	12	288	9586	3290	1.17	0.9
比較實例 1，樣品G	6.6	3565	4503	12	276	10268	3565	1.25	0.97

此等比較實例之總增益及同軸增益之量測值分別匯總於圖 13a 及 13b 之中間行中，標記為「樹脂 A」。

比較實例2：在玻璃上之OLED

在玻璃上製作對照樣品OLED用於與1-D奈米結構樣品比較。如實例7中所述進行製作及囊封，只是未使用光學撷取薄膜。在Autronic錐光偏振儀(購自Autronic-Melchers GmbH, Karlsruhe, Germany)上測試樣品以量測亮度及傾斜度。表7顯示若干樣品之量測結果。

表 7

實例	在10 mA/cm ² 下之電壓	軸向 亮度 (cm/m ²)	最大 亮度 (cm/m ²)	在最 大亮 度處 之 θ	在最 大亮 度處 之 Φ	積分 強度 (lm/m ²)	軸向 亮度 (cm/m ²)	總 增益	同軸 增益
比較實例2， 樣品A	7.7	4236	4250	2	67	9458	4236	0.99	0.99
比較實例2， 樣品B	7.8	4311	4324	2	24	9671	4311	1.01	1
比較實例2， 樣品C	7.8	4309	4334	2	53	9560	4309	1	1
比較實例2， 樣品D	7.9	4315	4331	2	53	9570	4315	1	1.01
比較實例2， 樣品E	7	3621	3637	0	271	8010	3621	0.98	0.99
比較實例2， 樣品F	7.2	3735	3755	2	53	8323	3735	1.02	1.02
比較實例2， 樣品G	7.2	3690	3708	2	53	8283	3690	1.01	1.01
比較實例2， 樣品H	7.1	3622	3634	0	271	8115	3622	0.99	0.99

此等比較實例之總增益及同軸增益之量測值分別匯總於圖13a及13b之最左行中，標記為「玻璃」。

除非另有說明，否則本說明書及申請專利範圍中所用所有表達數量、性質量測等之數字均應理解為由術語「約」

修飾。因此，除非說明相反之情形，否則本說明書及申請專利範圍中所闡述之數字參數為近似值，其可視使用本發明申請案之教示內容之熟習此項技術者尋求獲得之預期性質而有所變化。並非試圖限制申請專利範圍之等效項之原則的應用，每一數字參數皆應至少根據所報道的有效位的數值且藉由運用普通舍入技術來解釋。儘管闡述本發明寬範疇之數字範圍及參數係近似值，但若任何數值係闡述於本文所述特定實例中，則其盡可能準確地報告。然而，任一數值皆可適當含有與測試或量測限制相關之誤差。

熟習此項技術者應瞭解，在不背離本發明之精神及範疇之情況下，可對本發明做出各種修改及改變，且應瞭解，本發明不限制於本文所闡述之說明性實施例。舉例而言，除非另有說明，否則讀者應假定一揭示實施例之特徵亦可適用於所有其他所揭示實施例。亦應理解，若本文中所引用之所有美國專利、專利申請公開案及其他專利及非專利文件不與前述揭示內容衝突，則其皆以引用方式併入本文中。

【圖式簡單說明】

圖1係一般化OLED光源之示意性側視圖或剖視圖；

圖2係形成回填奈米空隙化微結構化物件之說明性製程之示意圖；

圖3係奈米空隙化微結構化層之一部分之示意性側立面圖；

圖3a係在第一奈米空隙化層與第二層間之界面之一部分

的示意性剖視圖，其展示該第二層與該第一層相互穿插；

圖 4a-4c 係可與頂部發射 OLED 一起使用之光學擷取薄膜之示意性側視圖或剖視圖；

圖 5a 係顯示可如何將三個不同光學擷取薄膜中之任一者施加至頂部發射 OLED 的示意性側視圖或剖視圖；

圖 5b 係顯示可如何將特定光學擷取薄膜施加至頂部發射 OLED 的示意性側視圖或剖視圖；

圖 5c 係光學裝置之示意性側視圖或剖視圖，其中頂部發射 OLED 已與特定光學擷取薄膜組合；

圖 6a-6c 係可與底部發射 OLED 一起使用之光學擷取薄膜的示意性側視圖或剖視圖；

圖 7a 係顯示可如何使用三個不同光學擷取薄膜中之任一者作為基板之示意性側視圖或剖視圖，可在該基板上形成底部發射 OLED；

圖 7b 係光學裝置之示意性側視圖或剖視圖，其中已在特定光學擷取薄膜上形成底部發射 OLED；

圖 8 係代表性像素化 OLED 裝置之示意性俯視圖；

圖 9a 係藉由將普通光學擷取薄膜施加至像素化頂部發射 OLED 產生之裝置的示意性側視圖或剖視圖；

圖 9b 係藉由將如本文所揭示光學擷取薄膜施加至像素化頂部發射 OLED 產生之裝置的示意性側視圖或剖視圖。

圖 10a 係顯示可如何界定圓弧之圖解說明，且圖 10b 係顯示可如何使用彼所界定弧來界定可用作擷取元件之三維彈頭樣形狀的圖解說明，且圖 10c 係顯示所製作材料之俯視

圖的顯微照片，該材料具有包含一系列該等擷取元件之結構化表面；

圖 11a 係比較特定頂部發射 OLED 之實際量測色差與將光學擷取薄膜施加至彼相同 OLED 之模型化裝置之計算色差的圖表；

圖 11b 及 11c 係與圖 11a 之圖表類似，但係關於將不同光學擷取薄膜施加至該 OLED 的模型化裝置之圖表；

圖 12 係顯示切削成銅基板之結構化表面之透視圖的 SEM 照片；

圖 13a 係比較用如本文所揭示光學擷取薄膜製成之 OLED 裝置之總增益與其他兩個 OLED 裝置之總增益的圖表；及

圖 13b 係比較彼用如本文所揭示光學擷取薄膜製成之 OLED 裝置(參見圖 9a)之同軸增益與其他兩個 OLED 裝置之同軸增益的圖表；

【主要元件符號說明】

100	有機發光裝置
110	發射區域
110a	外表面
110b	外表面
112	光學厚層
112a	外表面
114	光學厚層
115	光射線
115a	光射線

115b	光射線
115c	光射線
116	波導電磁場
120	觀測器
212	微複製工具
214	模具
215	塗佈溶液
216	基板
221	夾輥
222	接取輥
225	固化源
230	微結構化層
235	烘箱
240	奈米空隙化微結構化物件
244	模具
245	聚合物材料
250	回填奈米空隙化微結構化物件
300	奈米空隙化微結構化層
310	黏合劑
320	空隙
320A	互連空隙或孔
320B	內部空隙
320C	內部空隙
320D	表面空隙

320E	表面空隙
320F	表面空隙
320G	表面空隙
330	平面外表面
332	平面外表面
340	奈米粒子
340A	奈米粒子
340B	奈米粒子
360	反應性官能團或基團
370	第二習用材料層
372	第一奈米空隙化層
374A	淺表面空隙或凹陷
374B	較深表面空隙
410	光學擷取薄膜
412	撓性載體薄膜
412b	對置外表面/輸出表面
414	奈米空隙化層
414a	結構化表面
415	光擷取元件
416	層
416a	外主表面/耦合表面
418	釋放襯墊
419a	接合區厚度/距離
419b	距離

440	光學擷取薄膜
442	撓性載體薄膜
442b	對置外表面/輸出表面
444	奈米空隙化層
444a	結構化表面
445	光擷取元件
446	層
446a	外主表面/耦合表面
448	釋放襯墊/前遮罩
449a	接合區厚度/距離
449b	距離
470	光學擷取薄膜
472	撓性載體薄膜
472b	對置外表面/輸出表面
474	層
474a	結構化表面
475	光擷取元件
476	奈米空隙化層
476a	第二結構化表面
478	釋放襯墊/前遮罩
479a	接合區厚度
479b	距離
480	層
480a	外主表面/耦合表面

482	光擷取元件
489a	接合區厚度
489b	距離
510	頂部發射有機發光裝置
512	基板
514	高折射率發光核心/區域
514a	發光表面
515	層
516	層
517	層
520	組合有機發光裝置
530	有機發光裝置
600	光擷取薄膜
610	光學擷取薄膜
612	撓性載體薄膜
612b	對置外表面/輸出表面
614	奈米空隙化層
615	光擷取元件
616	層
616a	主表面/耦合表面
618	透明電極層
618a	表面
619a	接合區厚度/距離
619b	距離

640	光學擷取薄膜
642	撓性載體薄膜
642b	表面
644	奈米空隙化層
645	光擷取元件
646	層
646a	主表面/耦合表面
648	透明電極層
648a	表面
649a	接合區厚度/距離
649b	距離
670	光學擷取薄膜
672	撓性載體薄膜
672b	表面
674	層
674a	結構化表面
675	光擷取元件
676	奈米空隙化層
676a	第二結構化表面
678	透明電極層
678a	表面
679a	主要接合區厚度/距離
679b	距離
680	層

680a	主表面/耦合表面
682	光擷取元件
689a	接合區厚度/距離
689b	距離
712	層
714	高折射率發光區域
714a	示意性層
716	高折射率層
717	高折射率層
720	發光光學裝置
730	光學裝置
810	像素化有機發光裝置
812a	發光區
812b	發光區
812c	發光區
814	像素
820	尺寸
910	裝置
912	載體薄膜
912b	平面表面
914	奈米空隙化層
914a	結構化表面
916	層
920	像素化頂部發射有機發光裝置

922	驅動器/控制器
924	發光區
926	有機光產生層
928	透明導體
929	光學耦合層
929a	平坦發光表面
930	普通光學擷取薄膜
931	黏著劑層
932	載體薄膜
934	塗層
934a	結構化表面
950	裝置
960	光學擷取薄膜
1030	結構化表面
1032	彈頭形擷取元件

七、申請專利範圍：

1. 一種用於增強來自自發光光源之光擷取之光學擷取薄膜，其包含：
 - 撓性載體薄膜；及
 - 由該載體薄膜承載之第一層及第二層，在該第一層與該第二層之間界定第一嵌入式界面；
 - 其中該第一嵌入式界面形成第一光擷取元件之第一結構化表面；
 - 其中該第一層具有奈米空隙化形態且包含聚合物黏合劑，該第一層亦具有小於1.35之折射率；
 - 其中該第二層之折射率大於該第一層之折射率；且
 - 其中該第一層係佈置於該載體薄膜與該第二層之間。
2. 如請求項1之擷取薄膜，其中該第一層具有小於1.3之折射率。
3. 如請求項1之擷取薄膜，其中該第二層具有大於1.4之折射率。
4. 如請求項1之擷取薄膜，其中該第一與該第二層之間之折射率差為至少0.3、或至少0.4、或至少0.5。
5. 如請求項1之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件足夠小且該第二層足夠薄，以便當將該擷取薄膜與該自發光光源組合時，該等擷取元件之大部分係佈置於該自發光光源之消散區內。
6. 如請求項1之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件包含繞射元件。

7. 如請求項1之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件具有小於1微米之間距。
8. 如請求項1之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件具有大於1微米之間距。
9. 如請求項8之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件包含折射元件。
10. 如請求項8之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件具有與其相連之接合區(land)，且該接合區具有小於50微米之厚度。
11. 如請求項10之擷取薄膜，其中該接合區厚度係小於25微米。
12. 如請求項1之擷取薄膜，其中該第二層包含透光黏彈性材料。
13. 如請求項12之擷取薄膜，其進一步包含釋放襯墊，該釋放襯墊覆蓋該第二層與該第一結構化表面對置之主表面。
14. 如請求項1之擷取薄膜，其中該擷取薄膜適於施加至與該擷取薄膜分開製造之自發光光源。
15. 如請求項1之擷取薄膜，其中該擷取薄膜適合作為可在其上製作該自發光光源之基板。
16. 如請求項1之擷取薄膜，其中該載體薄膜具有使其在捲軸式(roll-to-roll)處理中適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。
17. 如請求項1之擷取薄膜，其中該第一層及該第二層皆不

具有使其在捲軸式處理中適宜作為獨立式支撐薄膜之物理特性。

18. 一種用於增強來自自發光光源之光擷取之光學擷取薄膜，其進一步包含：

撓性載體薄膜；

由該載體薄膜承載之第一層及第二層，在該第一層與該第二層之間界定第一嵌入式界面；及

由該載體薄膜承載之第三層，在該第一層與該第三層之間界定第二嵌入式界面；

其中該第一嵌入式界面形成第一光擷取元件之第一結構化表面；

其中該第一層具有奈米空隙化形態且包含聚合物黏合劑，該第一層亦具有小於1.35之折射率；

其中該第二層之折射率大於該第一層之折射率；且

其中該第二嵌入式界面形成第二光擷取元件之第二結構化表面。

19. 如請求項18之擷取薄膜，其中該等第一光擷取元件具有小於1微米之間距且該等第二光擷取元件具有大於1微米之間距。

20. 如請求項18之擷取薄膜，其中當將該擷取薄膜與該自發光光源組合時，該等第一光擷取元件之大部分適於佈置於該自發光光源之消散區內。

21. 如請求項18之擷取薄膜，其中該等第二光擷取元件具有與其相連之接合區，且該接合區具有小於50微米之厚

度。

22. 如請求項 21 之擷取薄膜，其中該接合區厚度係小於 25 微米。

23. 如請求項 1 之擷取薄膜，其中該自發光光源包含 OLED。

24. 如請求項 1 之擷取薄膜，其與該自發光光源組合，其中該第一層及該第二層係佈置於該撓性載體薄膜與該自發光光源之間。

25. 一種具有光學擷取薄膜之發光二極體裝置，其包含：

OLED；及

附接至該 OLED 之光學擷取薄膜；

其中該光學擷取薄膜包括撓性載體薄膜及由該載體薄膜承載之第一層及第二層，在該第一層與該第二層之間界定第一嵌入式界面，該第一嵌入式界面形成第一光擷取元件之第一結構化表面；

其中該第一層具有奈米空隙化形態且包含聚合物黏合劑，該第一層亦具有小於 1.35 之折射率；且

其中該第二層之折射率大於該第一層之折射率且係佈置於該第一層與該 OLED 之間。

26. 如請求項 25 之裝置，其中一高折射率區域與該 OLED 相連，該高折射率區域包含至少一個有機光產生層及至少一個透明電極層，且其中該等第一光擷取元件之大部分係佈置於該高折射率區域之消散區內。

27. 如請求項 26 之裝置，其中該至少一個透明電極層係該光學擷取薄膜之一部分。

28. 如請求項25之裝置，其中該等第一光擷取元件包含折射元件且具有大於1微米之間距。
29. 如請求項28之裝置，其中該等第一光擷取元件具有與其相連之接合區，且該接合區具有小於50微米之厚度。
30. 如請求項28之裝置，其中該接合區具有小於25微米之厚度。

八、圖式：

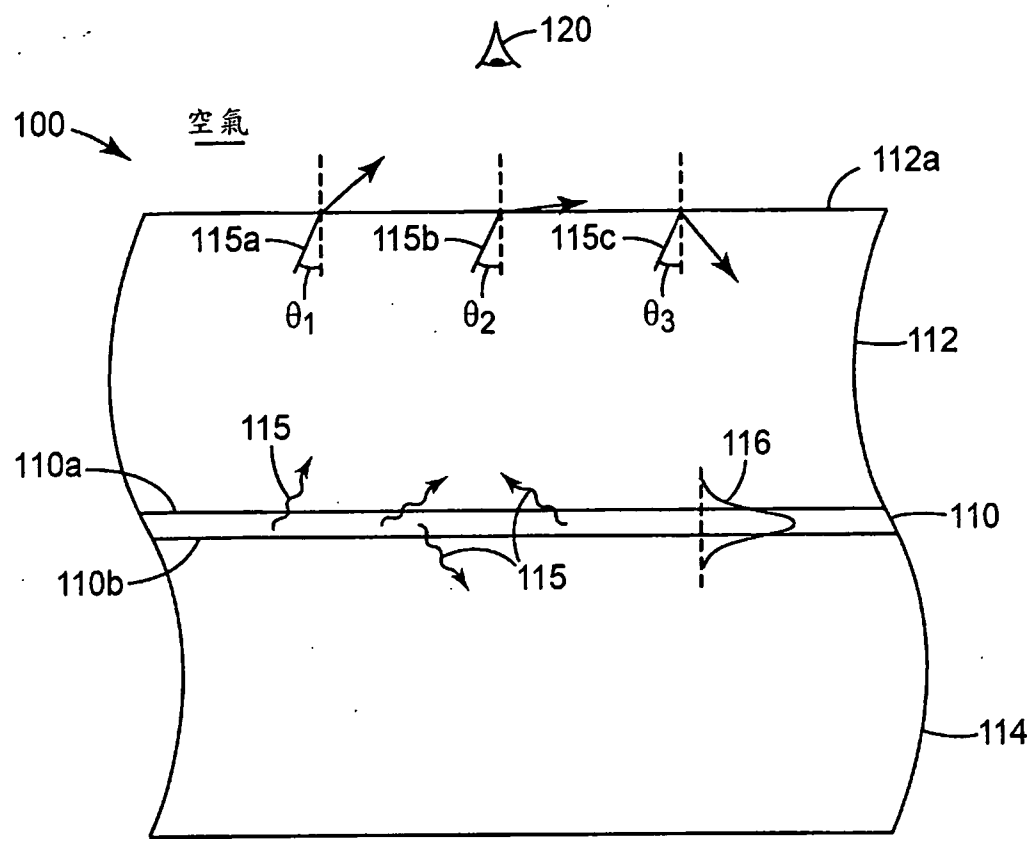


圖 1

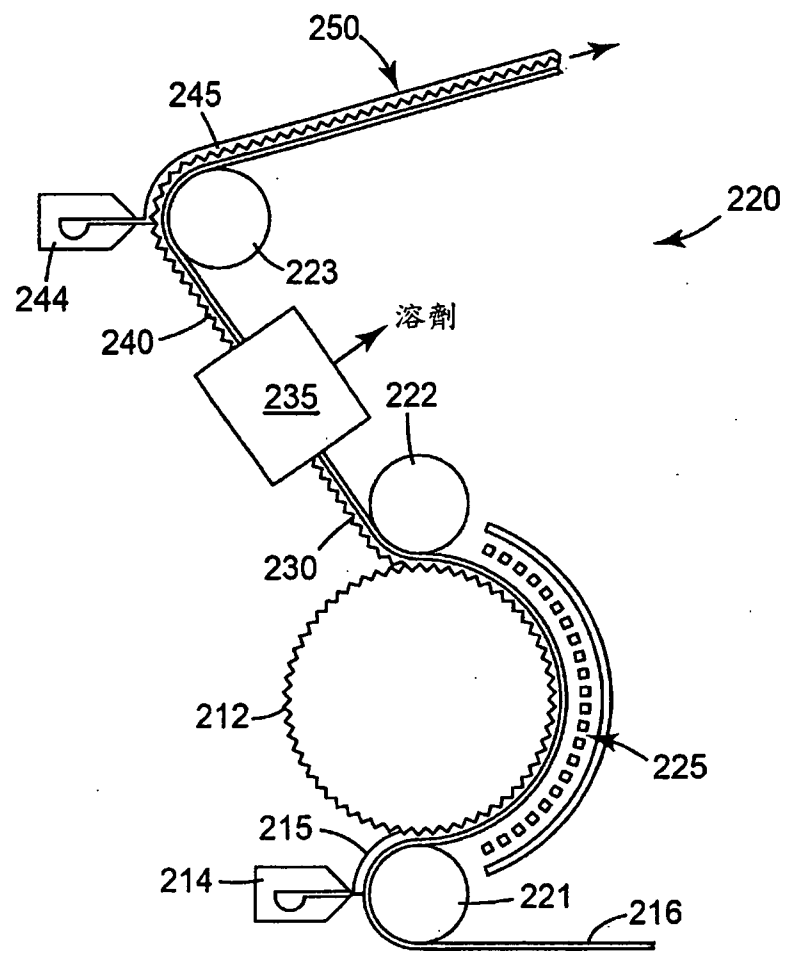


圖 2

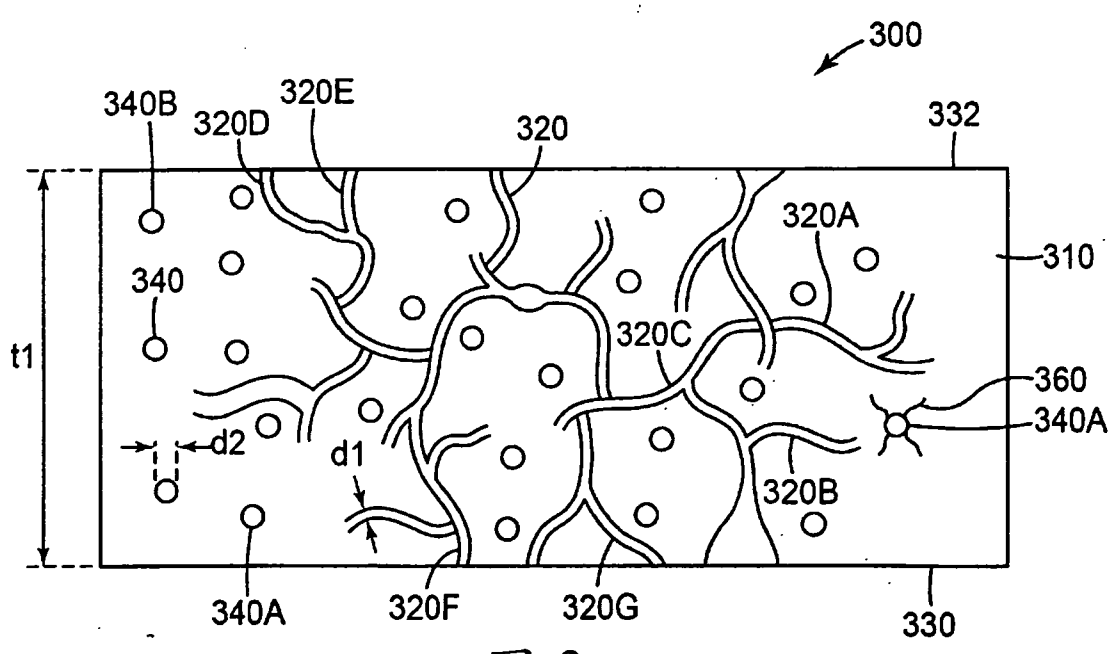


圖 3

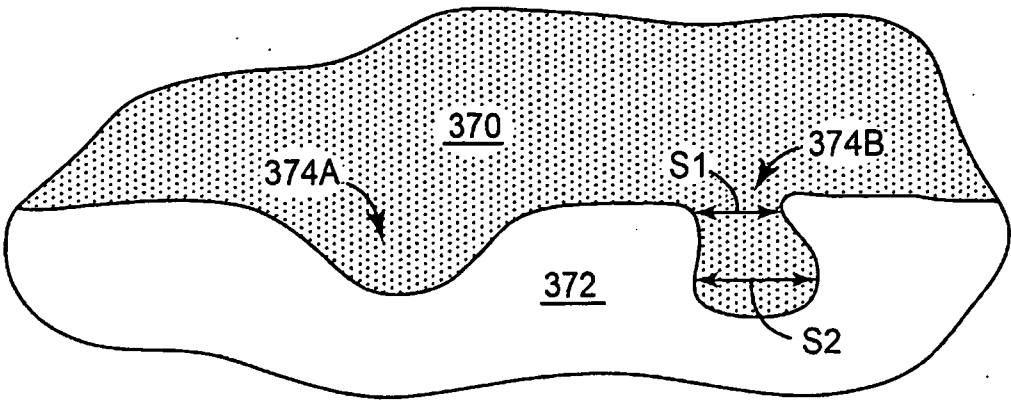


圖 3a

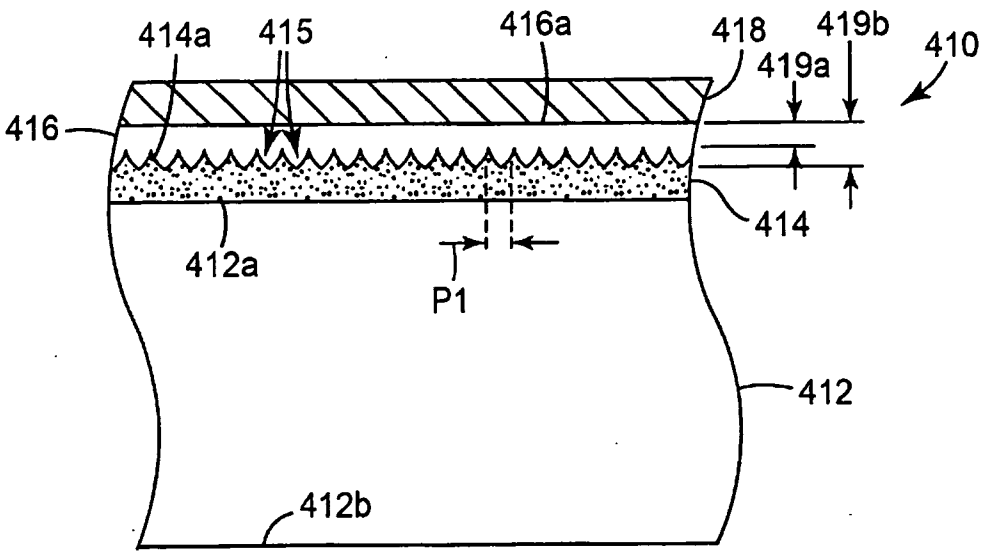


圖 4a

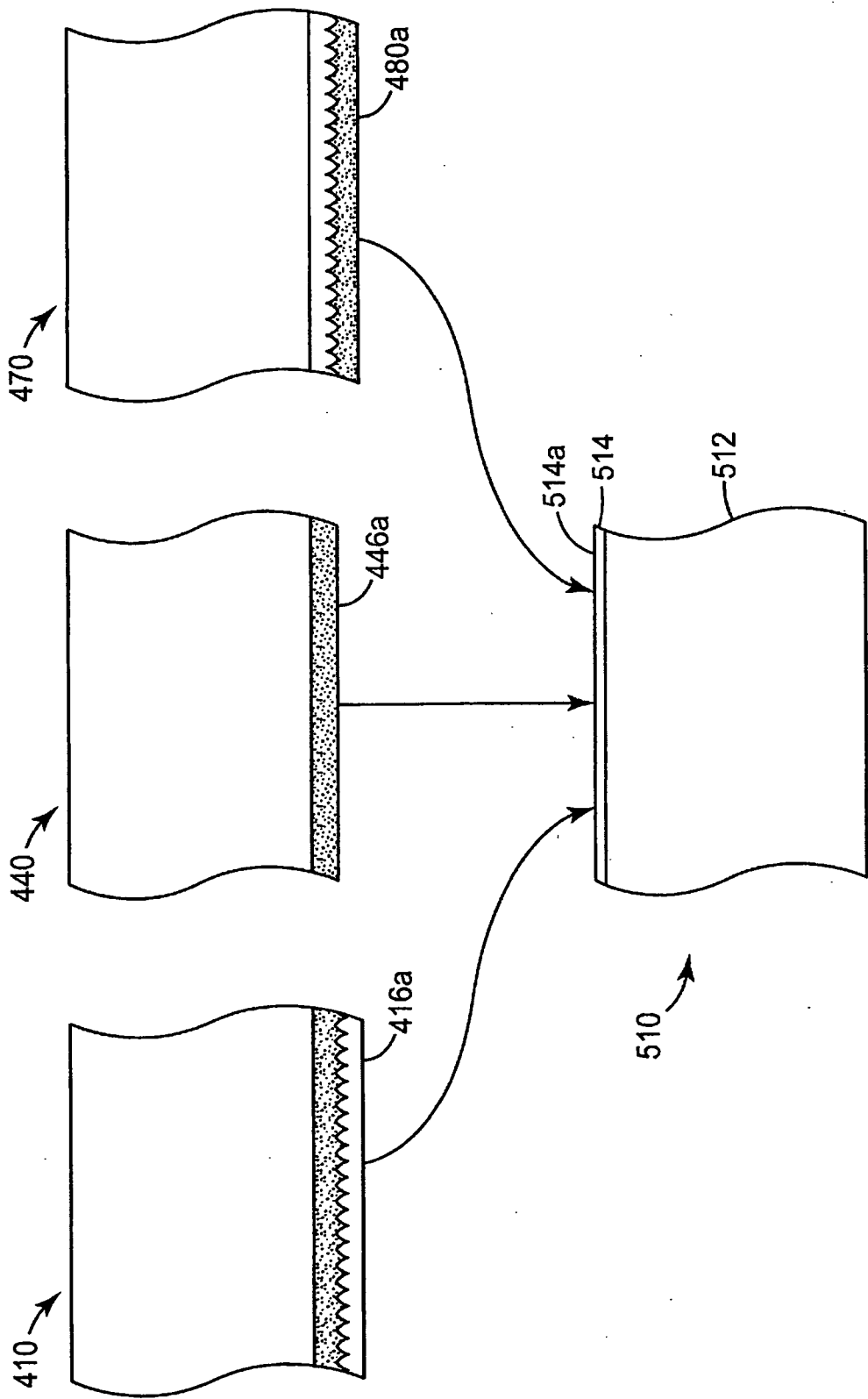


圖 5a

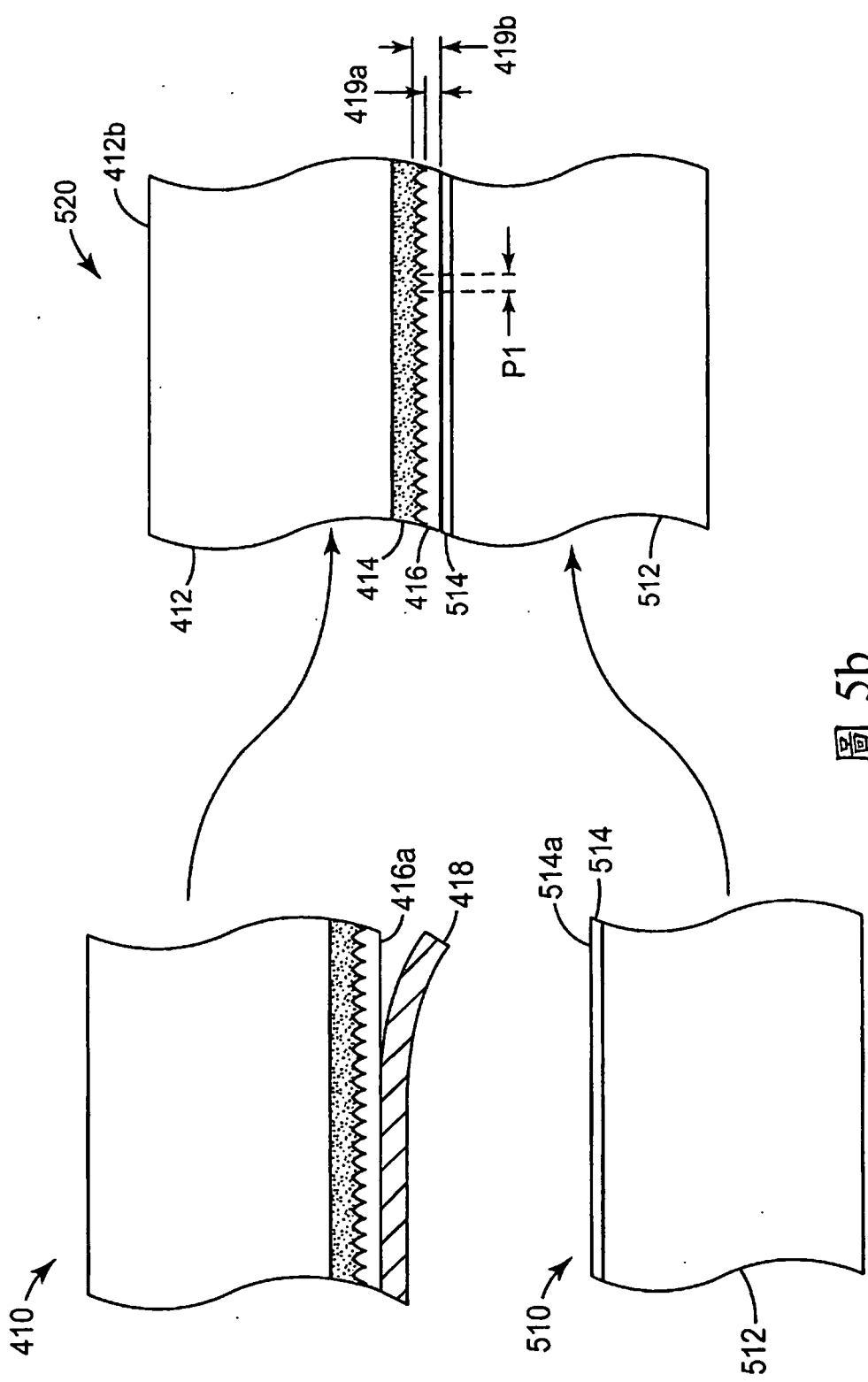


圖 5b

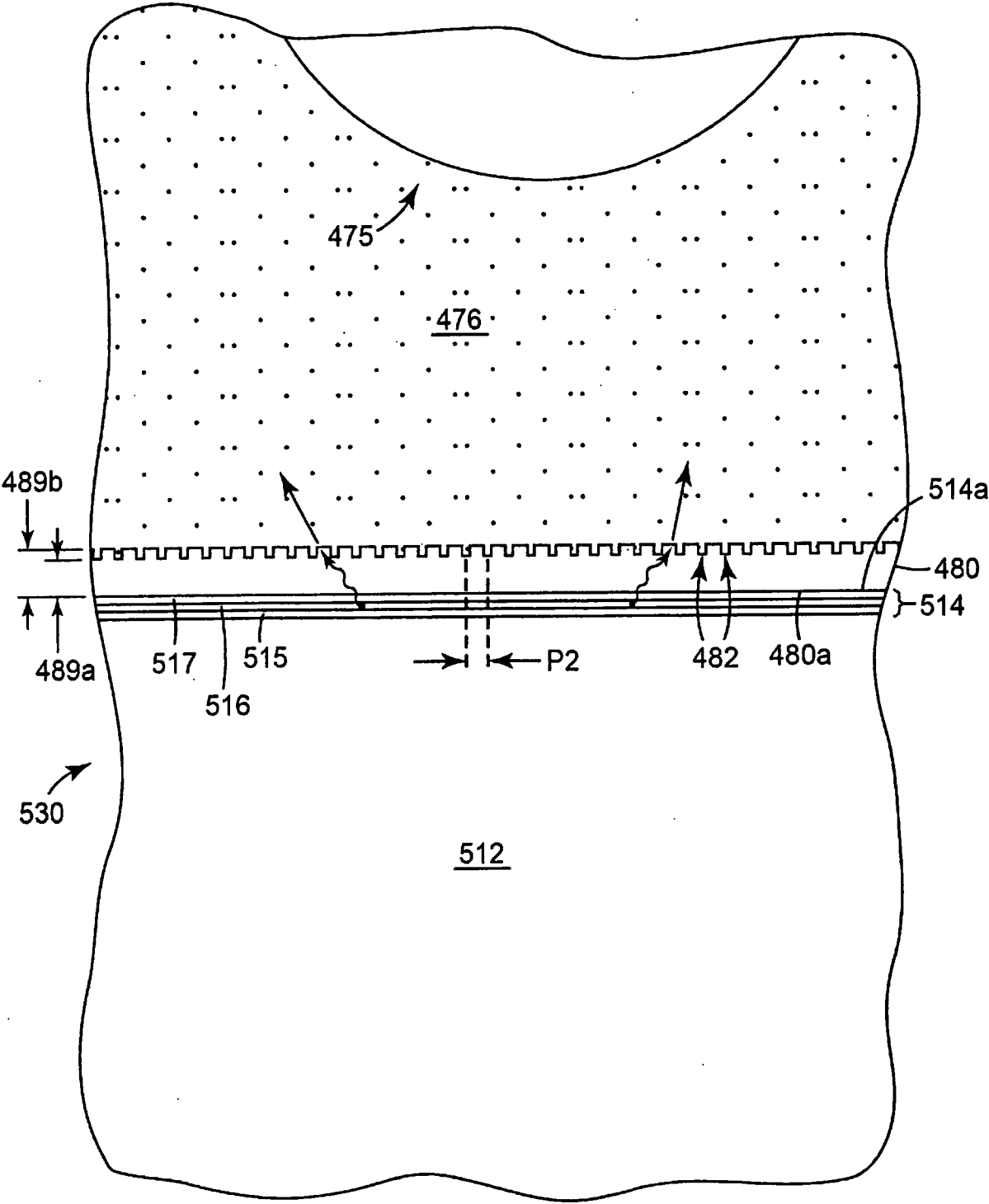


圖 5c

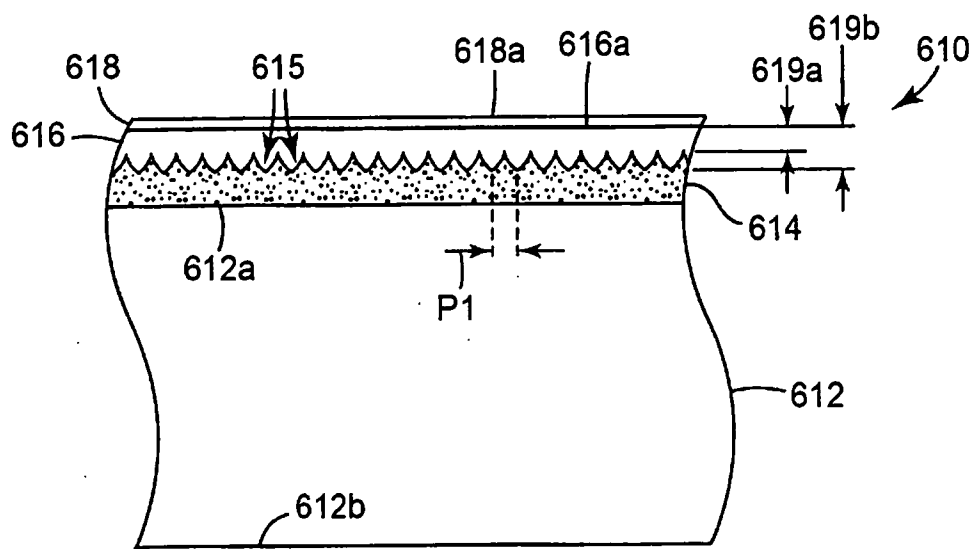


圖 6a

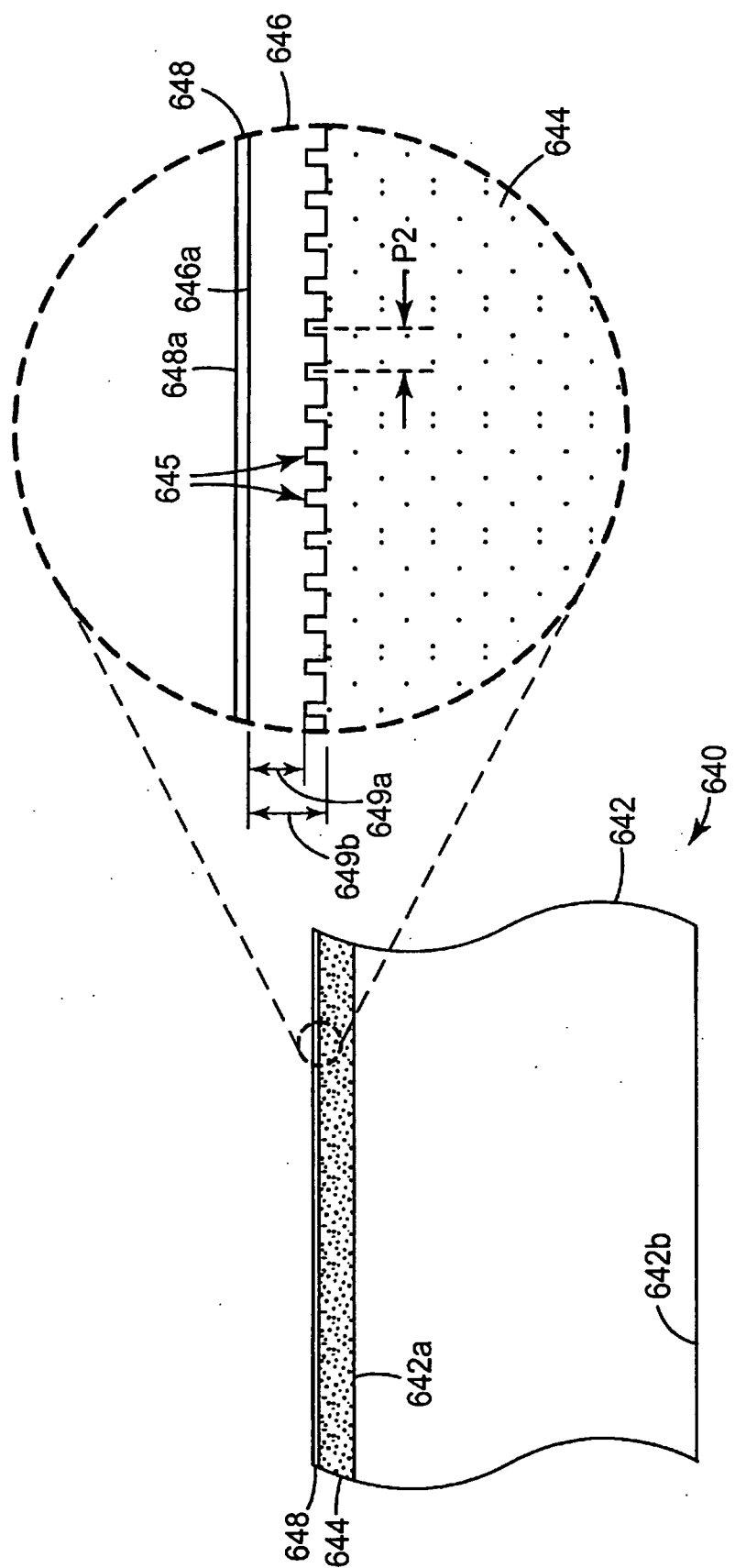


圖 6b

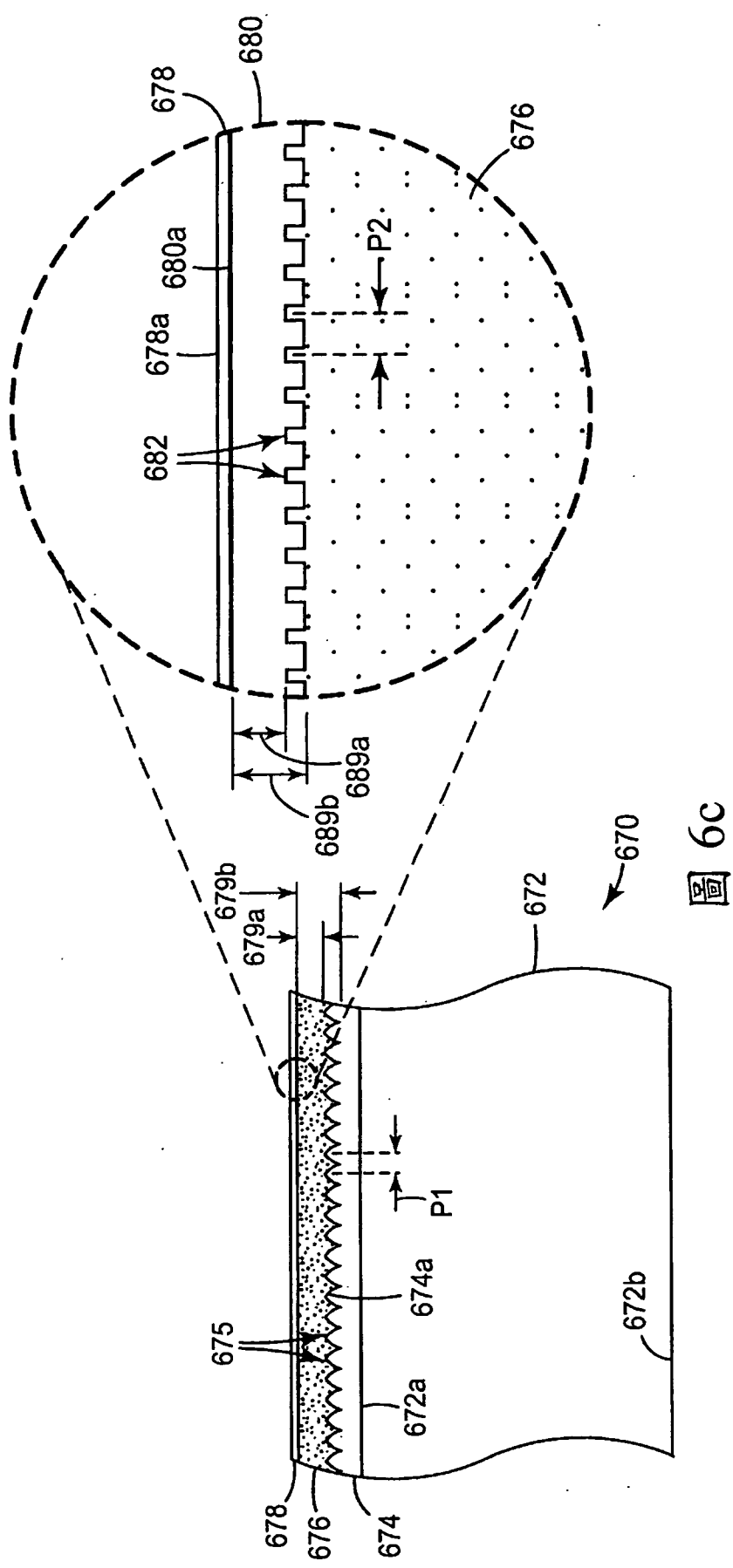


圖 6c

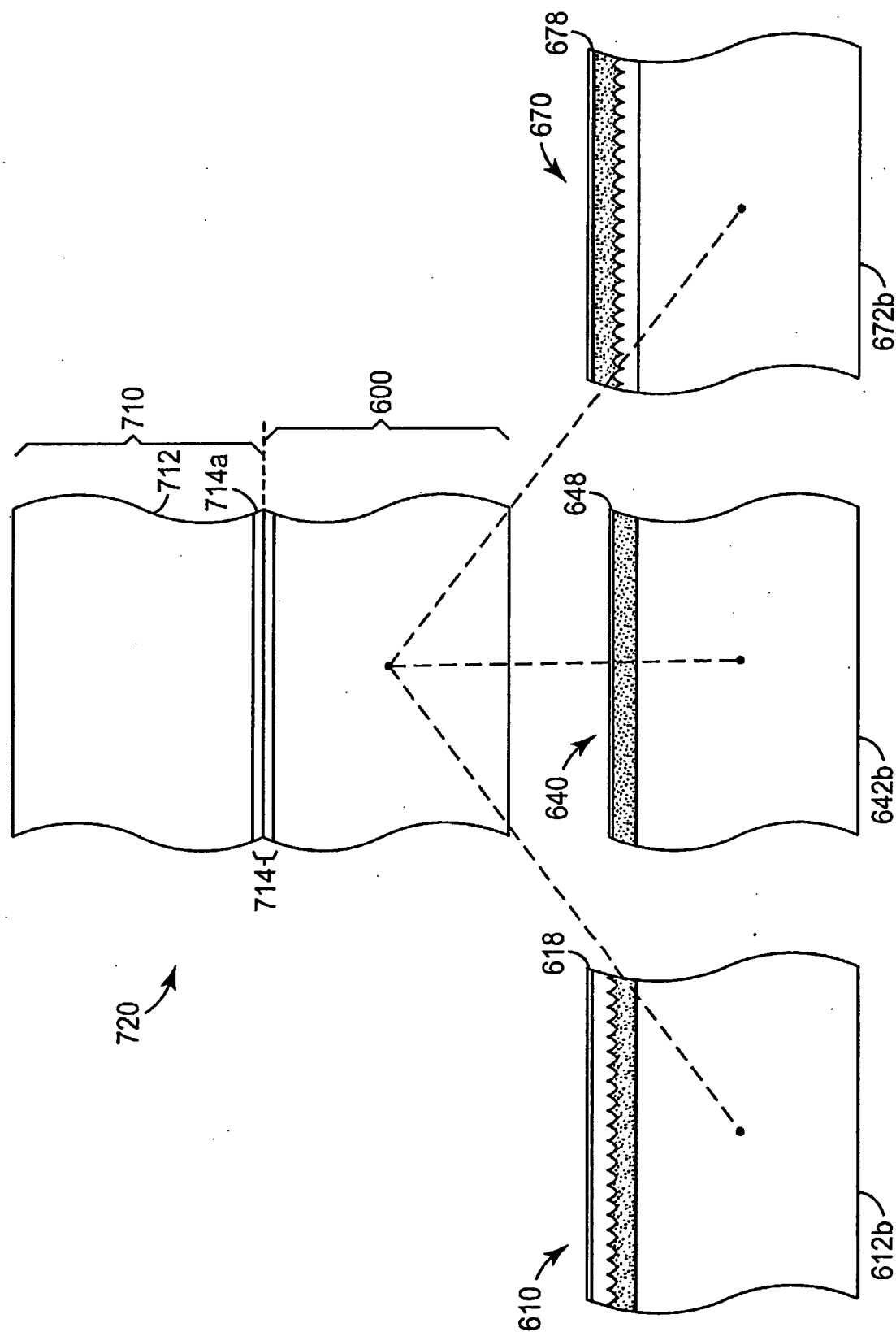


圖 7a

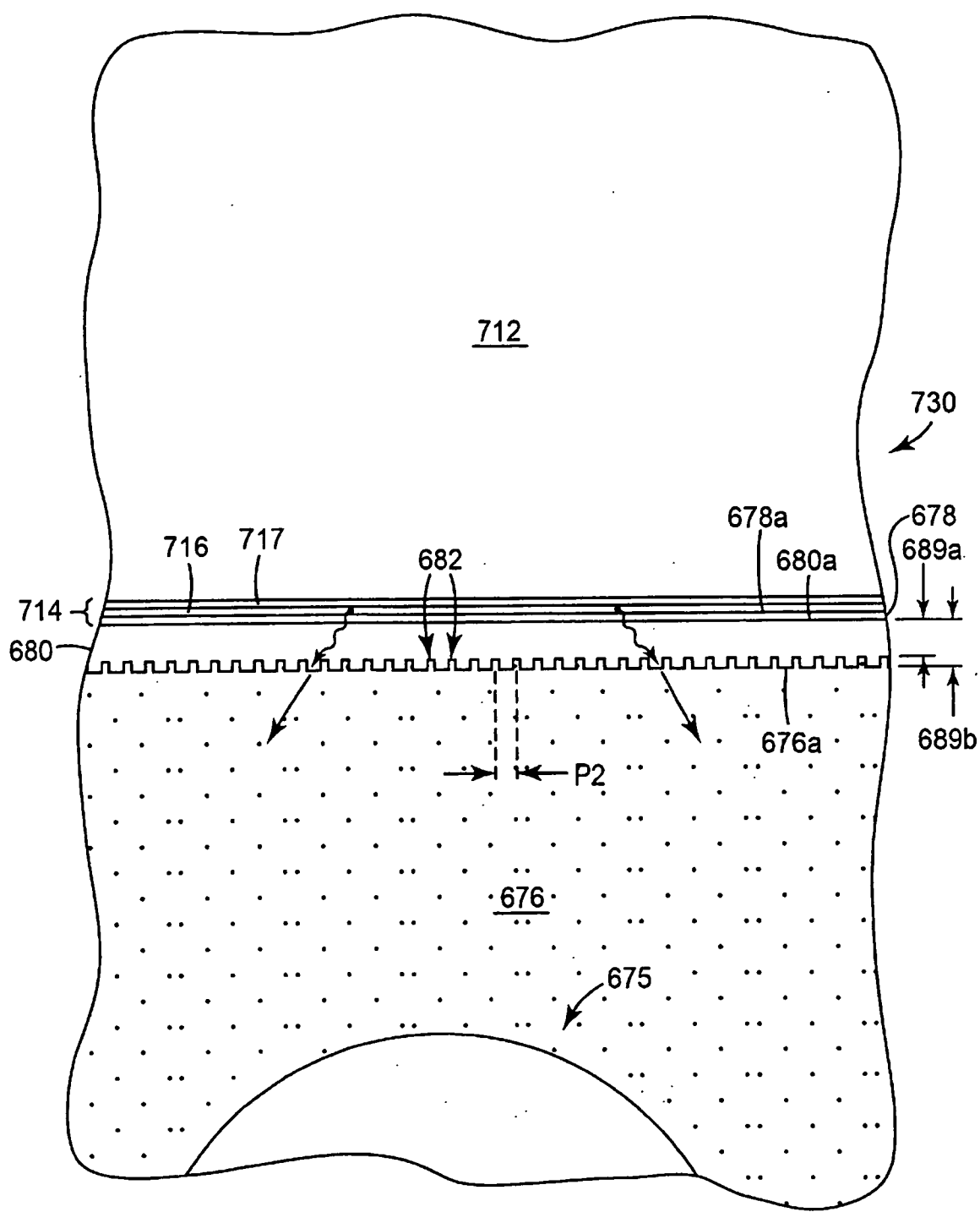


圖 7b

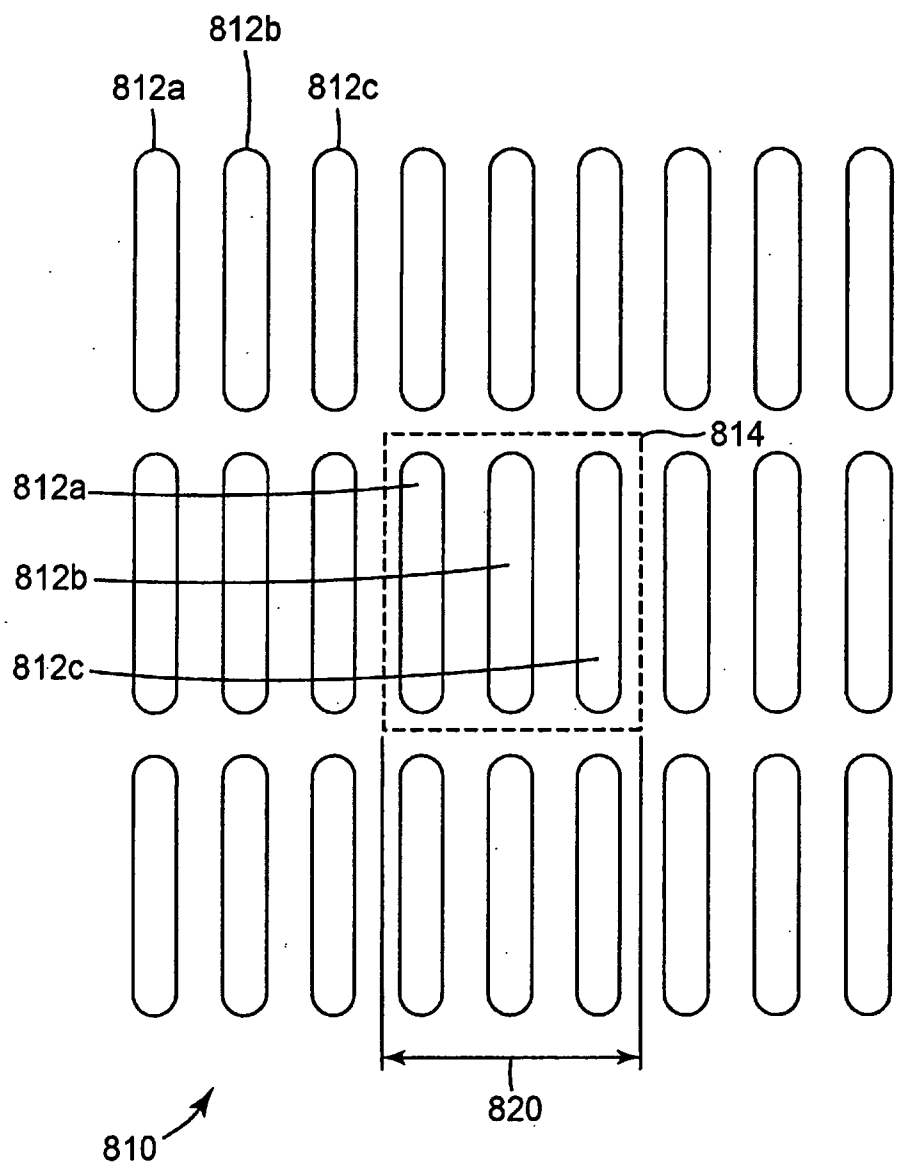


圖 8

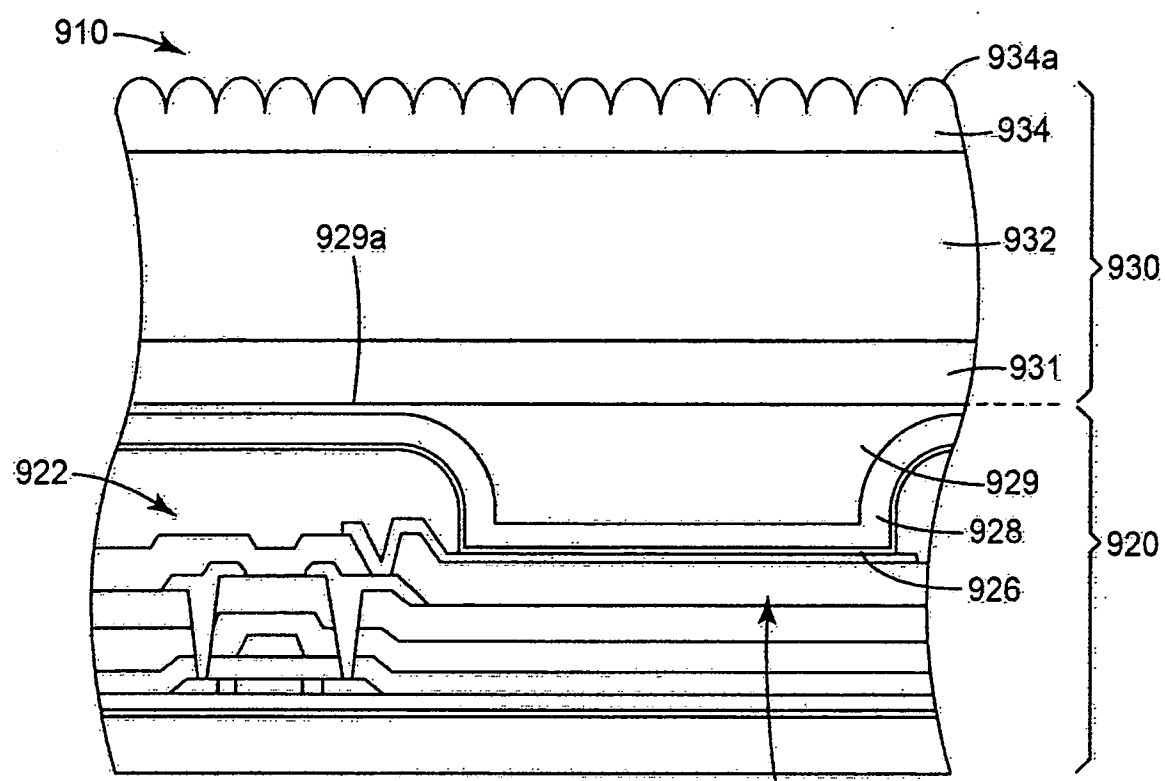


圖 9a

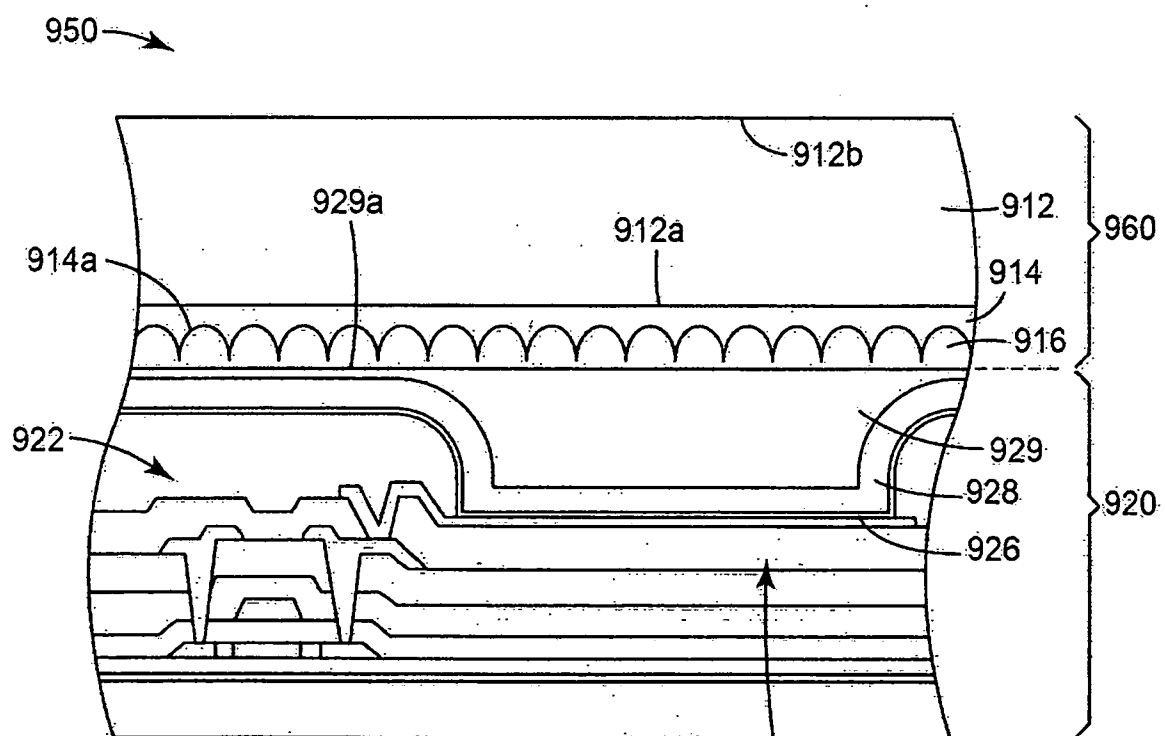


圖 9b

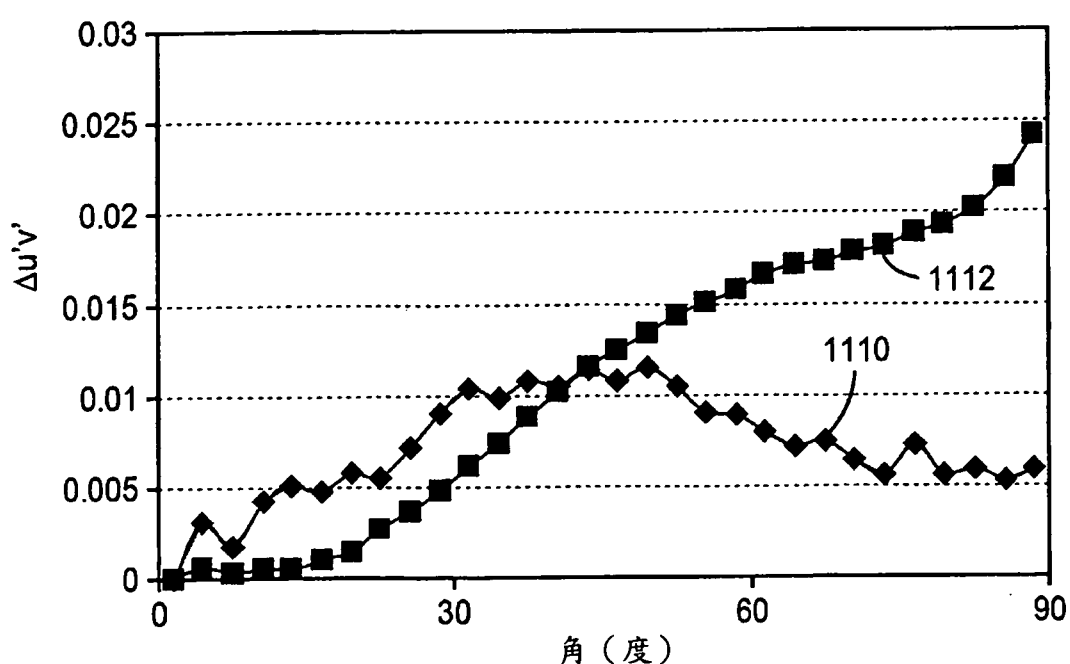


圖 11a

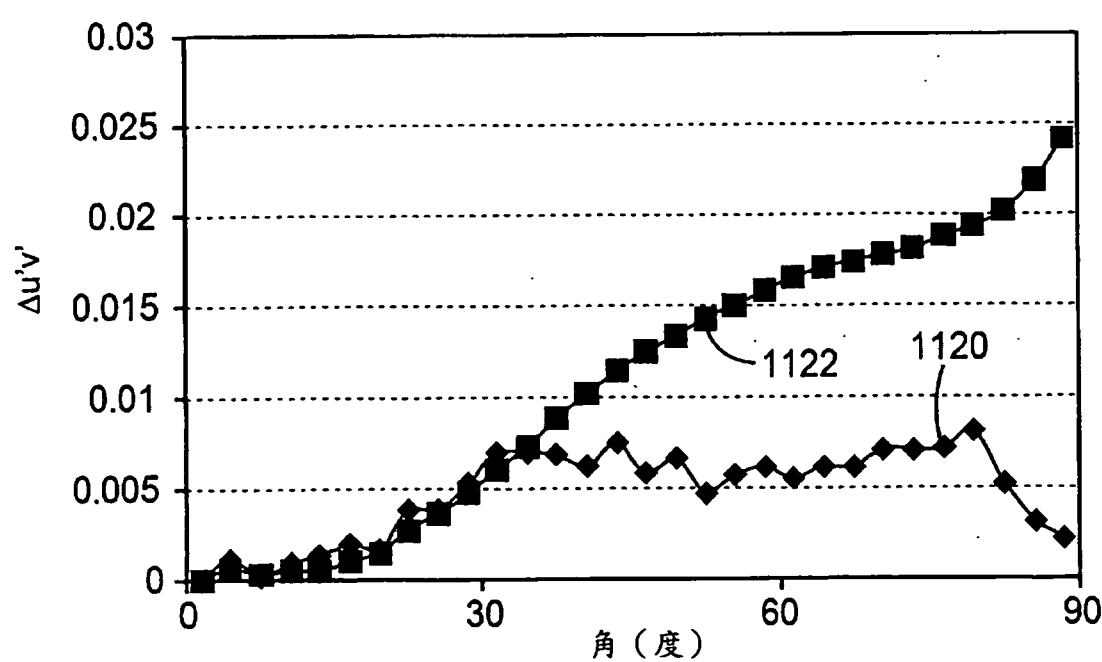


圖 11b

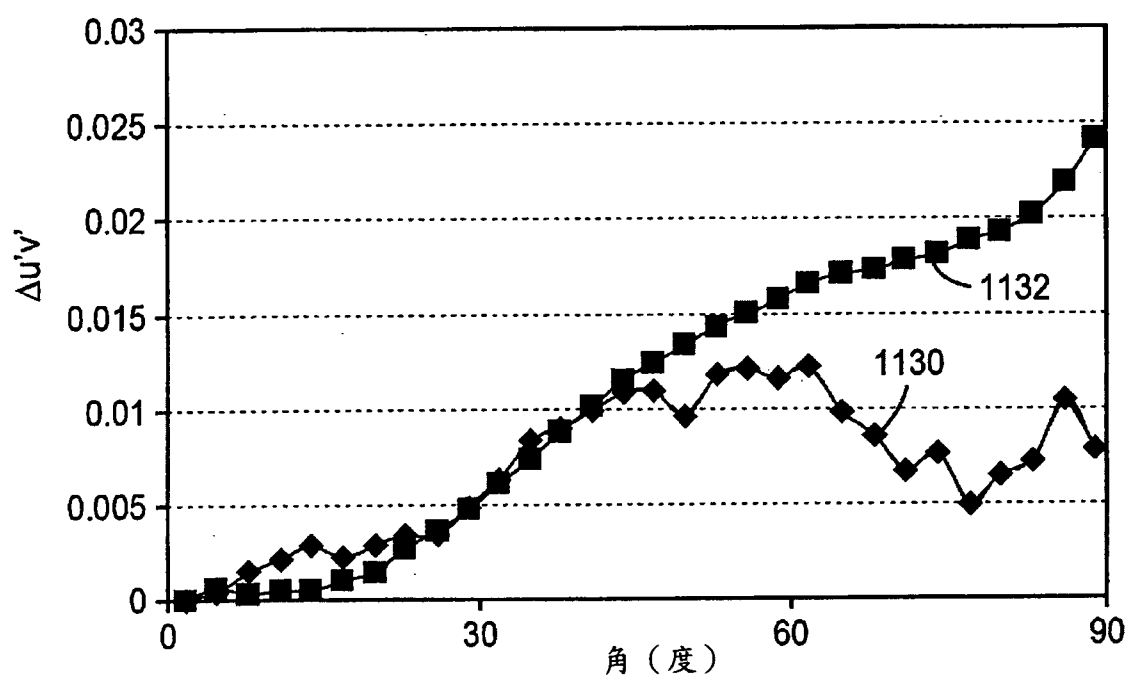


圖 11c