

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年05月31日；11/756,063

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於電致發光(EL)發光二極體(LED)裝置，且更具體而言，係關於具有改良光輸出之光散射層之電致發光裝置結構。

【先前技術】

電致發光裝置係用於平板顯示器及區域照明燈之極具前景之技術。該等裝置依賴於塗佈在基板上之材料之薄膜層，且包括有機、無機及無機-有機雜化發光二極體。薄膜層材料可包括(例如)LED技術中已知及所教示之有機材料、量子點、融合無機奈米顆粒、電極、導體、及矽電子組份。

不論適應該等廣泛應用領域之特定電致發光裝置組態如何，所有電致發光裝置皆係按照相同的一般原理來發揮作用。電致發光(EL)單元夾在兩個電極之間。至少一個電極具有至少部分光透射性。與習用二極體接線柱類似，一般將該等電極稱為陽極及陰極。當在電極之間施加電勢以使陽極與電源之正接線柱相連且使陰極與負接線柱相連時，稱LED具有正向偏壓。正電荷載流子(電洞)係自陽極注入EL單元，且負電荷載流子(電子)係自陰極注入。該電荷載流子注入導致電流自電極流向EL單元。電洞與電子之複合發生於發光層內且導致發光。舉例而言，含有量子點發光二極體(LED)結構之電致發光裝置可為無機或無機-有機雜化裝置，且電洞與電子之複合發生在發光層中之量子點核

心內。無機-有機雜化EL單元可係由子層堆棧來形成，其可包括小分子層或聚合物層。

在20世紀90年代後期，引入含有有機物與量子點混合發射體之LED裝置(Mattoussi等人，*Journal of Applied Physics* 83, 7965 (1998))。量子點係奈米級發光半導體晶體。將量子點添加至發射體層可增強裝置之色域；可僅藉由改變量子點粒度來獲得紅光、綠光、及藍光發射；且可降低製造成本。由於諸如發射體層中量子點聚集等問題，與典型OLED裝置相比，該等裝置之效率相當低。當使用量子點之整潔薄膜作為發射體層時效率甚至更低(Hikmet等人，*Journal of Applied Physics* 93, 3509 (2003))。低效率歸因於量子點層之絕緣性質。後來藉由於有機電洞及電子傳輸層之間沈積量子點單層膜來提高效率(至約1.5 cd/A)(Coe等人，*Nature* 420, 800 (2002))。據闡述出現自量子點發光主要係源自有機分子上激子之福斯特(Forster)能量轉移之結果(電子-電洞複合發生於有機分子上)。不論效率是否經改良，該等雜化裝置仍具有與純OLED裝置相關之所有缺陷。

最近，藉由將單層厚核/殼(CdSe/ZnS)量子點層夾在真空沈積之無機n-與p-GaN層之間來構建基本全無機LED(Mueller等人，*Nano Letters* 5, 1039 (2005))。所得裝置具有0.001-0.01%之低外部量子效率。該問題可能部分地與據報導在生長後出現之三辛基氧化膦(TOPO)及三辛基膦(TOP)之有機配體相關。該等有機配體係絕緣體且可導致

電子及電洞注入量子點中之程度較低。

如在頒予Kahen等人之共同待決且共同受讓之美國專利公開案第2007/0057263號(其係全文以引用方式併入本文中)中所述，可提供層中具有量子點之額外半導體奈米顆粒以增強發光層之電導率。

OLED裝置一般具有兩種格式，稱之為小分子裝置(例如美國專利第4,476,292號中所揭示)及聚合物OLED裝置(例如美國專利第5,247,190中所揭示)。OLED裝置之每種類型皆可按順序包括陽極、有機EL元件、及陰極。在大多數設計中，一種電極係反射性電極且另一種電極係透明電極。佈置於陽極與陰極之間之有機EL元件一般包括有機電洞傳輸層(HTL)、發光層(LEL)、及有機電子傳輸層(ETL)。在LEL層中電洞與電子複合並發光。Tang等人(Applied Physics Letters, 51, 913 (1987), Journal of Applied Physics, 65, 3610 (1989)及美國專利第4,769,292號)闡述使用此一層結構之高效OLED。自那時起，已揭示多種具有替代層結構(包括聚合材料)之OLED且裝置性能已經改良。

當分別自陰極及陽極注入之電子及電洞流經各自之電荷傳輸層且在發光層中複合時，LED裝置中產生光。許多因素決定此光產生過程之效率。舉例而言，陽極及陰極材料之選擇可決定電子及電洞注入裝置中之效率；ETL及HTL之選擇可決定裝置中電子及電洞傳輸之效率，且LEL之選擇可決定電子與電洞複合之效率且導致發光，等等。

亦已發現，限制LED裝置效率之一關鍵因素係自LED裝

置抽取藉由電子-電洞複合生成之光子之效率過低。由於所用材料具有高光學指數，實際上藉由複合過程所生成之光子大部分因全內反射而被捕獲於裝置中。該等經捕獲光子不能離開LED裝置且對源自該等裝置之光輸出未發揮任何作用。因為光係自LED之內部層向所有方向發射，所以部分光直接自裝置射出，且部分光發射至裝置內並被反射出去或被吸收，且部分光係側向發射而由包括該裝置之各層捕獲並吸收。一般而言，最多80%之光可以此方式損失。

典型OLED裝置使用玻璃基板、諸如氧化銦錫(ITO)等透明導電陽極、有機層堆棧、及反射性陰極層。自裝置生成之光係經由玻璃基板發射。一般將此稱為底部發射裝置。或者，裝置可包括基板、反射性陽極、有機層堆棧、及頂部透明陰極層及透明覆蓋層。自裝置生成之光係經由頂部透明電極及透明覆蓋層發射。一般將此稱為頂部發射裝置。在該等典型裝置中，ITO層、有機層、及玻璃之指數分別為約2.0、1.7、及1.5。據估計在ITO/有機EL元件中接近60%之所生成光經內反射捕獲，在玻璃基板中20%經捕獲，且實際上所生成光中僅約20%自裝置中射出並發揮有效作用。

在任一該等LED結構中皆具有捕獲所發射光及反射環境光之問題。參照圖8，其闡述先前技術中已知之底部發射型LED裝置，其具有透明基板10、透明第一電極12、含有發光層之EL單元14、反射性第二電極16、間隙19及覆蓋層

20。間隙19通常經乾燥材料填充。自EL單元14發射之光可經由透明基板10自裝置直接射出，如光線1所示。亦可在透明基板10及EL單元14中發射光並於其內部引導光，如光線2所示。此外，亦可在EL單元14中發射光並於其內部引導光，如光線3所示。射向反射性電極16之光線4經反射回基板10且遵循光線路徑1、2、或3之一。入射於LED上之環境光6可經反射性電極16反射，由此降低LED裝置之環境對比度。在某些先前技術實施例中，電極16可具有不透明性及/或光吸收性。此一配置可藉由吸收環境光來增強對比度，但亦會吸收射向電極16之光線4。所示底部發射體實施例亦可在具有透明覆蓋層及頂部電極16之頂部發射體組態中實施。

已提出各種技術來改良源自薄膜發光裝置之光輸出耦合。該等技術包括使用繞射光柵、具有繞射特性之亮度增強薄膜、反射性結構、及表面與體積漫射器。微腔技術之使用亦係已知。然而，該等技術中沒有一種能使所產生光全部(或幾乎全部)自裝置射出。此外，繞射技術導致對發射角度之顯著頻率依賴性，使得自裝置發射之光的顏色隨觀察者視角而改變。散射技術亦係已知且闡述於(例如)頒予Cok之標題為"OLED device having improved light output"之美國專利第2006/0186802號中，其係全文以引用方式併入本文中。

標題為"Brightness and contrast enhancement of direct view emissive displays"之美國專利第2005/0007000號闡述

發射顯示器，其包括複數個經由一或多個透射性層發光之可獨立作業之發光體。發射顯示器另外包括佈置於發光體與透射性層之間之元件以破壞可在一或多個由透射性層產生之介面處(例如在發光體與透射性層之間之介面處或在透射性層與空氣之間之介面處)發生之全內反射。藉由破壞全內反射，可增強發射顯示器之亮度。破壞全內反射之元件包括體積漫射器、表面漫射器、微結構、及該等或其他適宜元件之組合。

已知散射技術可有助於自LED裝置抽取光。Chou (WO 02/37580)及Liu等人(美國專利公開案第2001/0026124號)教示使用體積或表面散射層改良光抽取之應用。緊鄰有機層施加散射層或將其施加至玻璃基板之外表面上，且其光學指數與該等層相匹配。以大於臨界角之角度自OLED裝置發射且原本應被捕獲之光可透射至散射層中且被散射出該裝置。OLED裝置之效率由此經改良但仍具有下述缺陷。此外，在漫射照明下裝置之對比度未經改良。

於2004年9月7日頒予Do等人之標題為"Organic electroluminescent display device and method of manufacturing the same"之美國專利第6,787,796號闡述有機電致發光(EL)顯示裝置及製造該裝置之方法。有機EL裝置包括基板層、在基板層上形成之第一電極層、在第一電極層上形成之有機層、及在有機層上形成之第二電極層，其中具有不同折射率區域之防光損耗層係在各層折射率差異較大之有機EL裝置之層間形成。頒予Garner等人之標題

素化底部發射LED裝置可包括複數個獨立受控之子像素50、52、54、56、及58及位於透明第一電極12與基板10之間之散射層22。自發光層發射之光線5可藉由散射層22散射多次，同時穿過基板10、EL單元14、及透明第一電極12，之後其自裝置射出。當光線5最終自裝置射出時，光線5已自產生其之原初子像素50之位置至射出其之遠端子像素58經由各裝置層傳播相當遠之距離，由此降低清晰度。大部分側向傳播發生於基板10中，因為其係封裝中最厚之層。同樣，由於各層中之光吸收，所發射光之量降低。

頒予Tyan等人之標題為"Organic light emitting device having enhanced light extraction efficiency"之美國專利公開案第2004/0061136號闡述增強光抽取之OLED裝置，其包括光散射層。在某些實施例中，毗鄰反射層使用低指數隔離層(光學指數實質上低於有機電致發光元件之光學指數)，其與光散射層組合防止小角度光射至反射層，且由此使因反射層多次反射引起之吸收損耗最小化。然而，特定配置仍可導致降低裝置之清晰度且不能改良對比度。

已知可藉由(例如)在發光區之間使用黑色基質材料或藉由使用彩色濾色器來改良LED裝置之對比度。儘管可使用該等方法，但反射性電極之存在仍可顯著降低環境對比度。如上所述，可使用圓偏振器，但申請者已確定諸如散射層等光抽取技術傾向於與該等偏振器不相容。

如先前技術中所教示，傳統散射理論採用球陣列。若該

等球彼此相鄰配置而形成層，則球體積($V_p=(4*\pi*r^3)/3$)除以層體積($V_L=(2*r)^3$)之比等於 $\pi/6$ 或0.5236。標題為"Electroluminescent illumination system with an active layer of a medium having light-scattering properties for flat-panel display devices"之美國專利第5,955,837號闡述在底部發射電致發光裝置之基板上半單層散射顆粒之應用。此一層之體積比至多為傳統單層陣列接觸球之一半，或為其約0.26。當對基板中捕獲之光之抽取與所揭示裝置之非散射未經捕獲之光之組合實施優化時，此一材料層不能散射捕獲於有機層及電極層中之光且難於形成。此外，當所捕獲光之量相對於所發射光之量有所增加時，期望散射之相對量亦增加從而使得所述半單層散射顆粒不能最佳地抽取自目標LED裝置發射之全部光。有機電致發光材料、反射性電極、及透明電極亦皆可吸收部分光。因此，可期望使所捕獲大角度光儘快散射以使吸收最小化。此外，由申請者所實施之實驗顯示，對於某些LED裝置結構而言，實際散射層之該等體積比不能最佳地抽取光。

【發明內容】

本發明提供電致發光(EL)裝置，其包括在基板上形成之發光區。該裝置包括第一及第二電極及一或多個EL單元以及在電極之間形成之至少一個發光層，其中至少一個電極係透明的。覆蓋層位於發光區上，且光散射層位於基板與覆蓋層之間。光散射層包括透明光散射顆粒，其中在大部分發光區上光散射顆粒體積與光散射層體積之比大於

0.55，其中基板或覆蓋層係透明的且可透射自EL單元發射之光。

本發明之另一態樣提供形成電致發光(EL)裝置之方法，其包括以下步驟：

a) 提供具有發光區之LED，其包含第一電極及第二透明電極及一或多個在電極之間形成之EL單元；

b) 形成包含可蒸發溶劑及複數個透明光散射顆粒之溶液；

c) 將溶液塗佈於相對一或多個EL單元之透明電極側；且

d) 乾燥溶液以在透明電極上形成光散射層，其中在大部分發光區上光散射顆粒體積與光散射層體積之比大於0.55。

優點

本發明具有以下優點：其可增強來自電致發光裝置之光輸出。

【實施方式】

參照圖1，根據本發明一實施例，電致發光裝置包含LED，其具有第一電極12、第二透明電極16、在電極12與16之間形成之一或多個電致發光(EL)單元14。裝置之發光區定義為其中排列第一電極12、第二透明電極16、及一或多個EL單元14之區域。光散射層22係在相對一或多個EL單元14之透明電極16側形成。光散射層22包含透明光散射顆粒23，其中在大部分發光區上光散射顆粒23體積與光散

22之其餘體積之平均折射率相對更高之折射率。亦即，散射顆粒23可位於指數相對較低之黏合劑中，或於真空或充氣腔(例如圖1之腔18)中在表面(例如透明電極16)上形成。在本發明另一實施例中，光散射顆粒23係非球形且係隨機定向。該等顆粒形狀及定向可有效形成隨機散射結構，其可散射透明電極16表面上每一點之所有光，由此增加每次與光散射層22相遇時可經散射之所捕獲大角度光之量。此一隨機效應降低所發射光之顏色及亮度之角度依賴性；對於諸如顯示器及區域照明器等大多數發光裝置而言此係有用特性，但在先前技術之稀疏、低體積比散射層中不存在。在本發明其他實施例中，為使不能被抽取之所捕獲光之量最小化，未在光散射層22與EL單元14之間形成指數較發光層之指數低0.1以上、且厚度足以捕獲光之層。甚至更佳地，光散射層22係與EL單元14直接光學接觸。直接光學接觸意指在光散射層22與EL單元14之間形成之任何層之指數皆等於或大於發光材料層之指數，或其厚度皆不足以捕獲光。在每種情況下，皆可在光散射層22與透明電極16之間使用透明保護層。

層體積係用以下表面來封閉之體積：在光散射顆粒下且光散射顆粒形成於其上並與其接觸之表面、及在光散射顆粒上且與其接觸之平行表面、及在每個邊緣與頂部及底部表面垂直之表面。對於具有剛性平面基板之裝置而言，該體積係可封閉層中所有光散射顆粒之最小矩形固體之體積。

本發明可用於具有圖案化電極及發光區50之像素化顯示裝置。在此一裝置中，光散射層22可在每個發光區50上逐一形成或以一連續塗層來形成。在每種情況下，光散射層22之體積僅封閉位於發光區50上方或下方之彼等光散射顆粒23。根據本發明，在至少大部分發光區上光散射顆粒23體積與光散射層22體積之比大於0.55。儘管在裝置之整個發光區上該比值較佳可大於0.55，但在小部分發光區上光散射層22中較佳亦可包括不欲用於光散射之相對較大之突出顆粒(例如於2005年7月12日申請之共同待決之USSN 11/179,409中所教示的間隔顆粒，其揭示內容係以引用方式併入本文中)。由於該等較大顆粒原本可顯著增加藉由突出顆粒最大值界定之層體積而對光散射無顯著影響，因此當確定本發明光散射層22中之散射顆粒體積比時，不需計入包括該等相對較大顆粒之區域。因此，本發明僅需在大部分發光區上使體積比大於0.55。因此，可將塗佈有該等較大顆粒之任何區域排除在光散射層之體積界定表面範圍之外。

根據本發明，光散射顆粒23可包含各種材料，未經光散射顆粒23佔據之剩餘體積亦係可如此。在本發明一實施例中，大部分剩餘體積可為氣體或真空。較佳使用空氣或惰性氣體。

本發明光散射顆粒23之光學折射率較佳大於或等於EL單元14及/或透明電極16之光學折射率。此一光學折射率可有效地自裝置抽取光，因為其可阻止任何光被捕獲於EL單

元14及/或透明電極16中。實際上，光散射顆粒之光學折射率可大於或等於1.8。

參照圖2，根據本發明，納入光散射層22之電致發光裝置可藉由以下步驟來形成：提供具有發光區之LED(100)，其包含第一電極及第二透明電極及在電極之間形成之一或多個EL單元；形成溶液(例如分散液)(105)，其包含可蒸發溶劑及複數個透明光散射顆粒；將溶液塗佈於相對一或多個EL單元之第二透明電極側(110)；且乾燥溶液以在透明電極上形成光散射層(115)，其中在至少大部分發光區上散射顆粒體積與層體積之比大於0.55。形成LED裝置之技術係為業內人士所熟知。

溶液中可包括其他材料以進一步改良方法或所得層之功效。舉例而言，可使用表面活性劑或黏合劑。具體而言，可使用光學折射率小於光散射顆粒折射率且重量小於光散射顆粒23重量之10%之黏合劑。申請者已證實該等黏合劑(例如包含胺基甲酸酯)既可有效用作表面活性劑亦可有效使光散射顆粒23附著至電極。參照圖3，光散射顆粒23之經乾燥層22係在透明電極16上形成。

參照圖4，在本發明替代實施例中，可將黏合劑添加至包含光散射顆粒23及透明高指數奈米顆粒30之摻合物之溶液中以在透明電極16上形成高光學指數光散射層22。在此情況下，黏合劑及奈米顆粒30可毗鄰透明電極16形成光滑平面層。申請者已在具有光散射顆粒23之光散射層22內使用該等高指數奈米顆粒30。高指數奈米顆粒30不能使光散

射但可增強光散射顆粒23與透明電極16之間之光耦合。奈米顆粒30可具有與光散射顆粒23不同之光學指數。

如圖1中所示，光散射層22可毗鄰第二透明電極16且與其接觸。此一組態可使光散射層22與第二透明電極16光學接觸，由此增強光自第二透明電極16至光散射層22之透射。在本發明其他實施例中，如圖5中所示，一或多個保護層26a/26b可在光散射層22 (26a)與第二透明電極16之間形成及/或在光散射層22 (26b)上相對第二透明電極16之光散射層22側形成。保護層係業內已知的，例如諸如氧化鋁或氧化鋅等金屬氧化物及聚對二甲苯。當使用時，該等保護層之指數較佳可較發光材料層之指數低0.1以上(更佳比發光材料層之指數至少低0.1以上)，且其厚度不足以捕獲自發光材料層發射之光。在本發明另一實施例中，可將低指數層(如美國專利第2006/0186802號中所教示)用於間隙18中或用作間隙18，且OLED裝置可為頂部發射顯示裝置且第一電極12可為反射性電極。

在其他實施例中，密封覆蓋層20及基板10可包含折射率通常介於1.4與1.6之間之玻璃或塑料。透明低指數元件18可包含光學透明材料之固體層、空隙或間隙。空隙或間隙可為真空或經光學透明氣體或液體材料填充。舉例而言，空氣、氮、氬、或氫之折射率皆係介於1.0與1.1之間且皆可使用。可用低指數固體包括氟代烴或MgF，其各自之指數皆小於1.4。任何所用氣體皆較佳為惰性氣體。反射性電極12較佳係用金屬(例如鋁、銀、或鎂)或金屬合金來製

造。透明電極**16**較佳係用透明導電材料來製造，例如氧化銦錫(ITO)或其他金屬氧化物。EL單元**14**可包含業內已知之有機材料，例如電洞注入層、電洞傳輸層、發光層、電子注入層、及/或電子傳輸層。該等有機材料層係為OLED領域之人士所熟知。有機材料層之折射率通常係介於1.6與1.9之間，而氧化銦錫之折射率約為1.8-2.1。因此，在有機LED情況下各層**16**及**14**之折射率係在1.6至2.1範圍內。或者，EL單元**14**可包含無機半導體材料，其折射率範圍通常介於1.8與3.0之間。當然，各材料之折射率可取決於穿過其之光之波長，因此本文所引用該等材料之折射率僅係近似值。在任何情況下，在LED發射體之期望波長下，透明低指數元件**18**之折射率較佳較第一折射率範圍及第二折射率中之每一者低至少0.1。

光散射顆粒**23**可包含金屬氧化物，例如二氧化鈦。在一實施例中，光散射顆粒之平均最大直徑小於2微米，且在替代實施例中光散射顆粒之平均最大直徑係介於1與2微米之間。在替代實施例中，光散射顆粒**23**之平均最大直徑係小於1微米。光散射顆粒**23**自身可為磷光性或螢光性顆粒，且其既可用於抽取經捕獲光亦可用於將相對高頻率之光轉化為不同的低頻率顏色。未經轉化之相對較低頻率之光可僅被抽取。在此一情況下，磷光性或螢光性光散射顆粒之直徑可為0.5至2微米。

在作業中，藉由電極**12**及**16**經由EL單元**14**之發光層**33**提供電流以發光。部分光可經由散射層**22**自裝置有效射出。

其他光可因全內反射及透明電極16與EL單元14之高光學指數而被捕獲。此經捕獲光可與光散射層22中之光散射顆粒23交互作用且可經有效地重引導射出裝置，由此增強裝置之亮度。申請者已構建此一裝置。圖6及7係本發明實施例中具有TiO₂光散射顆粒之光散射層之顯微照片，其體積比為約0.6。光散射層包含0.5-2微米之TiO₂顆粒，其具有10重量%樹脂表面活性劑及黏合劑(由Avecia製造之Solsperse 2000)且厚度小於1微米。該層塗佈有14重量%濃度之二甲苯分散液，其藉由採用60 pL液滴之噴墨機以100滴/s及70微米間距沈積在頂部發射OLED裝置表面形成濕潤薄膜，使該膜在50°C下乾燥。可選擇性使用其他溶劑(包括甲苯)及塗佈方法(例如旋塗及噴塗)以及乾燥溫度差異以提供不同乾燥速率。溶劑中不同密度之顆粒亦係以不同速率沈積且之後係在不同溫度下乾燥(在受控溫度氣氛中乾燥或藉由加熱分散液沈積其上之基板來乾燥)，由此為給定量之光散射材料提供可變乾燥速率。具體而言，乾燥可為受控乾燥以提供不同密度之最終光散射層。申請者證實，較佳為40-60°C之外部溫度通常產生小於0.55體積%之次最佳封裝密度且不能自OLED裝置最佳地抽取光。此外，對於分散液中恆定體積之散射顆粒而言在表面上之沈積速率(例如自噴墨沈積系統之滴/秒)影響乾燥及經乾燥層之封裝結構。將具有較佳體積比之光散射層提供於OLED裝置之透明電極上且發現光散射層之性能具有期望性能。

散射層22可採用各種材料。舉例而言，聚合材料基質中

可使用隨機定位之二氧化鈦球。或者，可使用結構化程度更高之配置，其採用ITO、氧化矽或氮化矽。折射元件之形狀可為圓柱形、矩形、金紅石形、或球形，但應理解形狀並不限於此。散射層22中材料間折射率之差異可為(例如)0.3至3，且一般期望存在較大差異。散射層之厚度、或散射層中或散射層表面特徵之尺寸可為(例如)0.03至50 μm ，但厚度較佳小於1微米以使吸收最小化且使其與顯示裝置其他元件之相容性最大化。一般在散射層中希望避免繞射效應。該等效應可藉由(例如)以下方式來避免：隨機定位特徵，或確保折射元件之尺寸、形狀或分佈不同及/或裝置所發射光的顏色之波長與發光區不同。

光散射層22之材料可包括有機材料(例如聚合物或導電聚合物)或無機材料。有機材料可包括(例如)聚噻吩、PEDOT、PET、或PEN中之一或多種。無機材料可包括(例如) SiO_x ($x>1$)、 SiN_x ($x>1$)、 Si_3N_4 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SnO_2 、 In_2O_3 、 MgF_2 、氧化鈦(HfO_2)、氧化鋯(ZrO_2)、鋯石($\text{ZrO}_2\cdot\text{SiO}_2$)、釹鎳石榴石($\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$)、硫酸鋇、氧化釹(Y_2O_3)、釹鋁石榴石("YAG"、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)、方解石(CaCO_3)、蘭寶石(Al_2O_3)、金剛石、氧化鎂、及/或氧化鋇、及 CaF_2 中之一或多種。散射層22可包含(例如)折射率為1.6至1.8之氧化矽及氮化矽且摻雜有折射率為2.5至3之二氧化鈦。可使用折射率在1.4至1.6範圍內之聚合材料，其中分散有具有較高折射率之材料(例如二氧化鈦)之折射元件。

可使用習用微影方式來產生散射層，例如使用業內已知之光阻劑、遮罩曝光、及蝕刻來產生。或者，可使用溶液塗佈，其中液體(例如分散有二氧化鈦之溶劑)可形成散射層 22。

大多數有機及有機-無機雜化LED裝置係對濕度或氧或同時對二者敏感，因此通常將其與乾燥劑(例如氧化鋁、礬土、硫酸鈣、黏土、矽膠、沸石、鹼金屬氧化物、鹼土金屬氧化物、硫酸鹽、或金屬鹵化物及高氯酸鹽)一起密封於諸如氮或氬等惰性氣氛中。密封及乾燥方法包括(但不限於)於2001年5月8日頒予Boroson等人之美國專利第6,226,890號中所述之彼等。另外，業內已知障壁層(例如 $\text{SiO}_x(x>1)$ 、鐵氟龍(Teflon))及其他無機/聚合物層可用於密封。

具體而言，如圖5中所示，可使用保護層 26a/26b。舉例而言，可將極薄之透明密封材料層沈積於電極 16 上。在此情況下，可將散射層 22 沈積於保護材料層 26a 上。此結構之優點係在散射層 22 沈積期間可保護電極 16。較佳地，透明保護材料層 26a 之折射率至少與透明電極及有機層之折射率範圍相當，或厚度極薄(例如低於約 0.2 微米)以使透明電極 16 及 EL 單元 14 中之波導光可穿過透明保護材料層 26a 且經散射層 22 散射。

若需要，本發明之電致發光裝置可使用各種熟知光學效應來增強其特性。此包括優化層厚度以產生最大透光性，提供介質鏡結構，用吸光性電極替代反射性電極，於顯示

器上提供抗眩光或抗反射塗層，於顯示器上提供偏振介質，或於顯示器上提供彩色、中等密度或色彩轉換濾色器。濾色器、偏振器及抗眩光或抗反射塗層可專門提供於覆蓋層上或作為覆蓋層的一部分提供。

亦可用主動式或被動式矩陣OLED裝置來實施本發明。其亦可用於顯示裝置或用於區域照明裝置中。在一實施例中，本發明係用於由小分子或聚合OLED構成之平板OLED裝置中，該裝置闡述於(但不限於)以下專利中：於1988年9月6日頒予Tang等人之美國專利第4,769,292號及於1991年10月29日頒予VanSlyke等人之美國專利第5,061,569號。在另一實施例中，本發明係用於含有量子點之平板無機LED裝置中，其闡述於(但不限於)以下專利中：標題為"Quantum dot light emitting layer"之美國專利申請公開案第2007/0057263號及頒予Kahen之待決美國專利申請案第11/683,479號，此二者皆係全文以引用方式併入本文中。有機、無機及雜化發光顯示器之多種組合及變化形式可用於製造此一裝置，包括具有頂部-或底部發射體架構之主動式-及被動式矩陣LED顯示器二者。電致發光裝置之多種組合及變化形式可用於製造此一顯示器，包括具有頂部-或底部發射體架構之主動式-及被動式-矩陣LED顯示器二者。

儘管已特定參照本發明之某些較佳實施例詳細闡述了本發明，但應理解，可在本發明之精神及範圍內實施各種變化及修改。

【圖式簡單說明】

圖1係電致發光裝置之截面圖，其具有本發明實施例之光散射層；

圖2係闡釋本發明製造方法之流程圖；

圖3係本發明替代實施例之光散射層之截面圖；

圖4係本發明替代實施例之光散射層之截面圖；

圖5係電致發光裝置之截面圖，其具有本發明替代實施例之光散射層；

圖6及7係本發明實施例之光散射層之顯微照片；

圖8繪示先前技術中具有經捕獲光之底部發射體LED裝置之截面圖；

圖9繪示先前技術中具有散射表面及低清晰度之底部發射體LED裝置之截面圖；且

圖10係LED之截面圖。

應瞭解，該等圖並非按比例繪製，因為各層皆太薄且各層之厚度差太大以致於無法按比例繪圖。

【主要元件符號說明】

1、2、3、4	光線
10	基板
12	電極
14	EL單元
16	透明電極
18	間隙
19	間隙

20	覆 蓋 層
22	散 射 層
23	散 射 顆 粒
26、26a、26b	保 護 層
30	透 明 高 指 數 顆 粒
31	半 導 體 基 質
33	發 光 層
35,37	電 荷 傳 輸 層
39	量 子 點
40	LED
50	發 光 區
100	提 供 OLED 之 步 驟
105	形 成 分 散 液 之 步 驟
110	塗 佈 分 散 液 之 步 驟
115	乾 燥 分 散 液 之 步 驟

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種電致發光(EL)裝置，其包括在基板上形成之發光區。該裝置亦包括第一及第二電極及一或多個EL單元以及至少一個在該等電極之間形成之發光層，其中至少一個電極係透明電極。覆蓋層位於該發光區上，且光散射層位於該基板與覆蓋層之間。該光散射層包括透明光散射顆粒，其中在大部分該發光區上光散射顆粒體積與該光散射層體積之比大於0.55，其中該基板或覆蓋層係透明的且可透射自該(等)EL單元發射之光。

六、英文發明摘要：

An electroluminescent (EL) device that includes a light-emitting area formed over a substrate. First and second electrodes and one or more EL unit(s) are included along with at least one light-emitting layer formed between the electrodes, wherein at least one electrode is transparent. A cover is located over the light-emitting area, and a light-scattering layer is located between the substrate and cover. The light-scattering layer includes transparent, light-scattering particles, wherein the ratio of the volume of light-scattering particles to the volume of the light-scattering layer is greater than 0.55 over a majority of the light-emitting area, wherein either the substrate or cover is transparent and transmits light emitted from the EL unit(s).

十一、圖式：

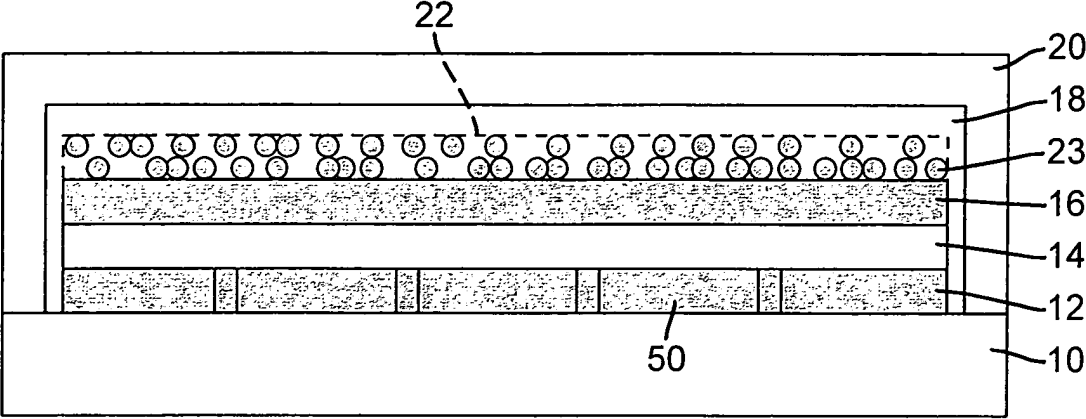


圖 1

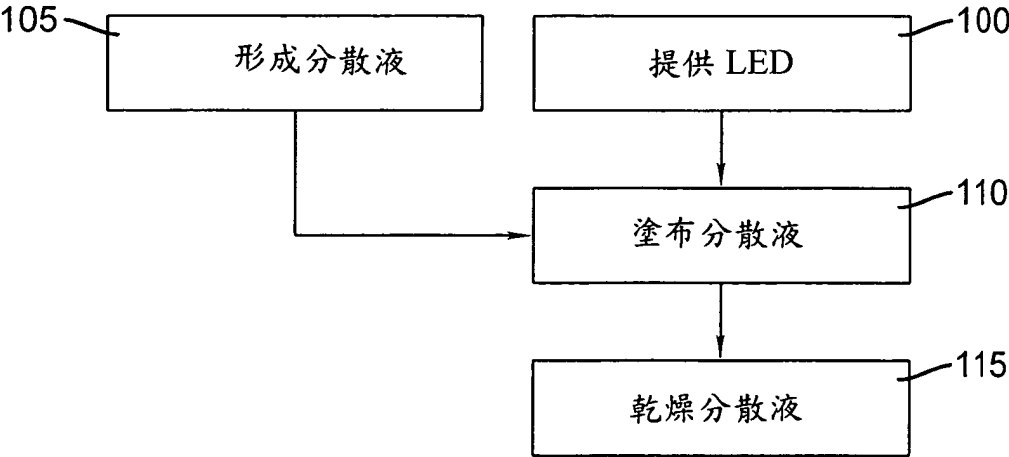


圖 2

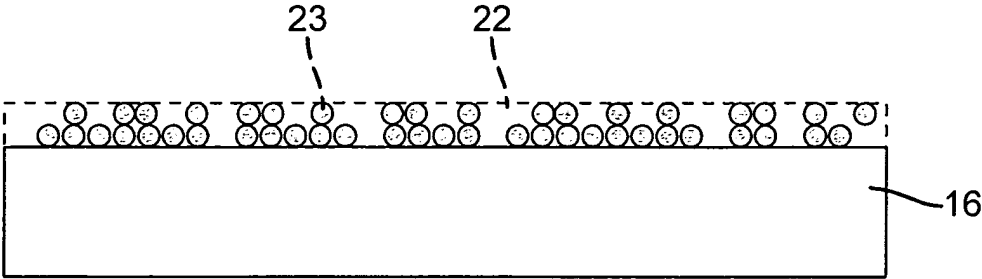


圖 3

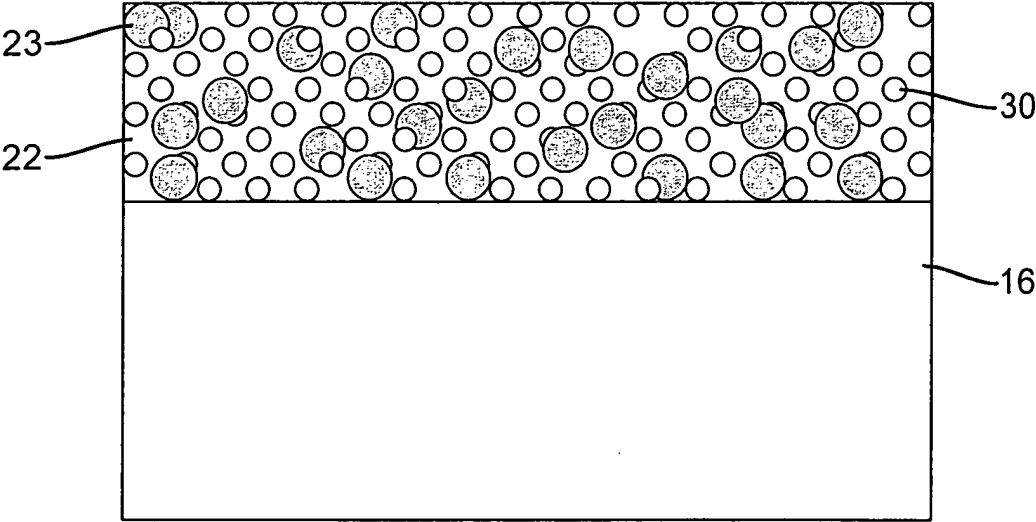


圖 4

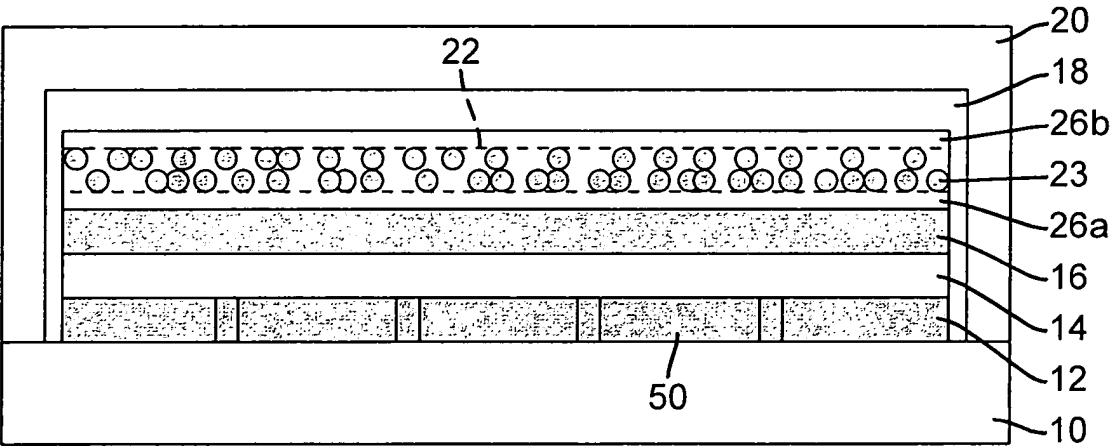


圖5

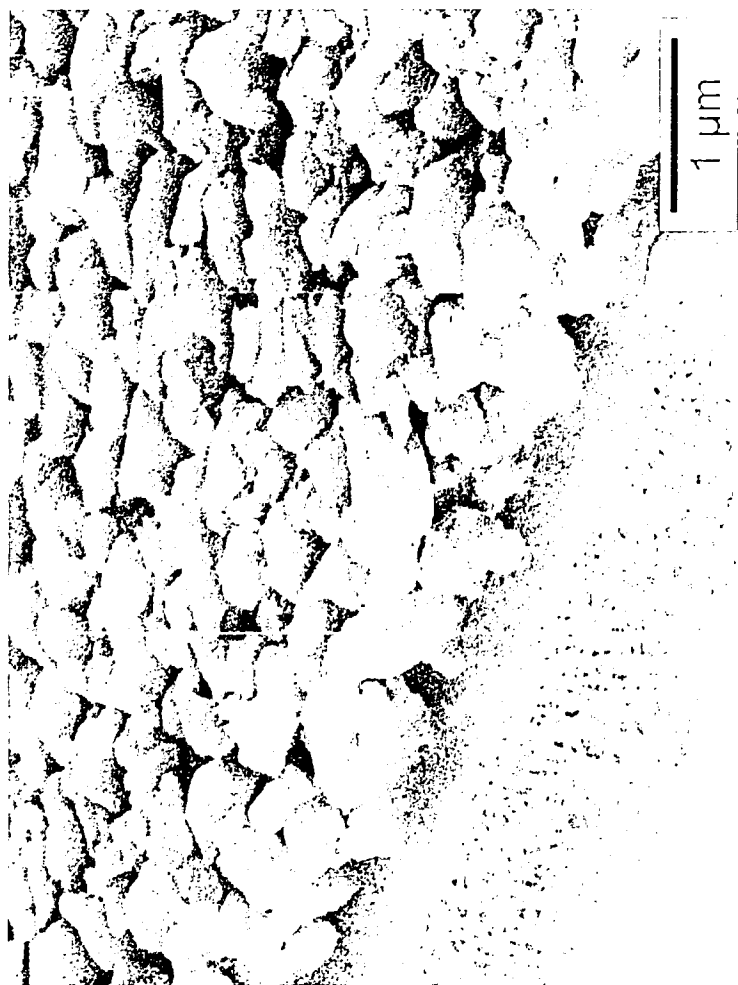


圖 6



圖 7

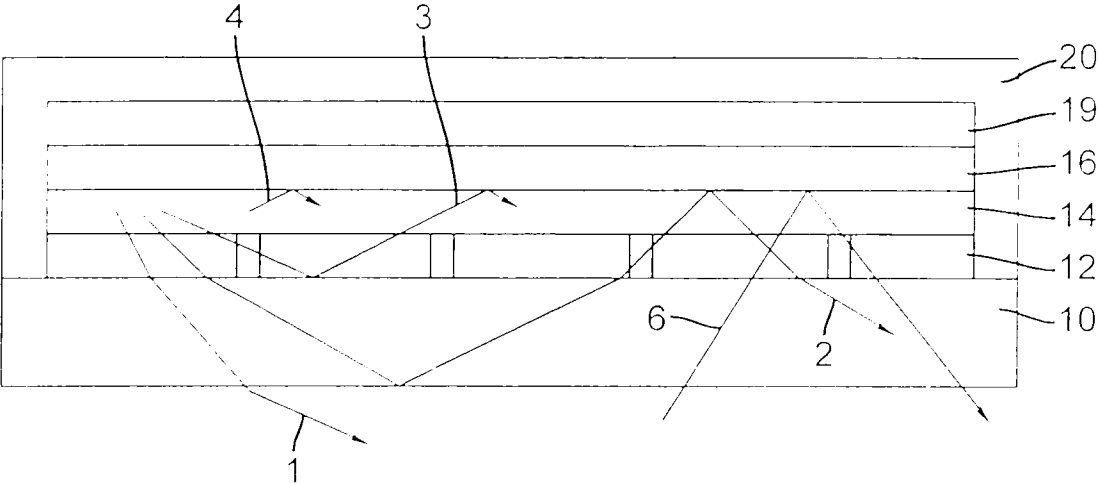


圖8

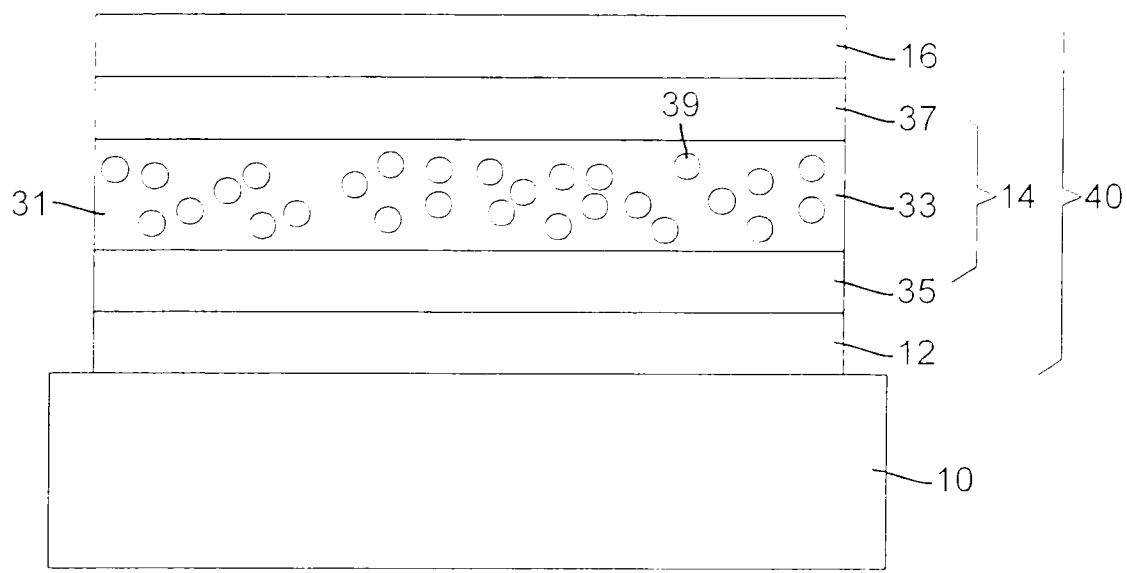


圖 9

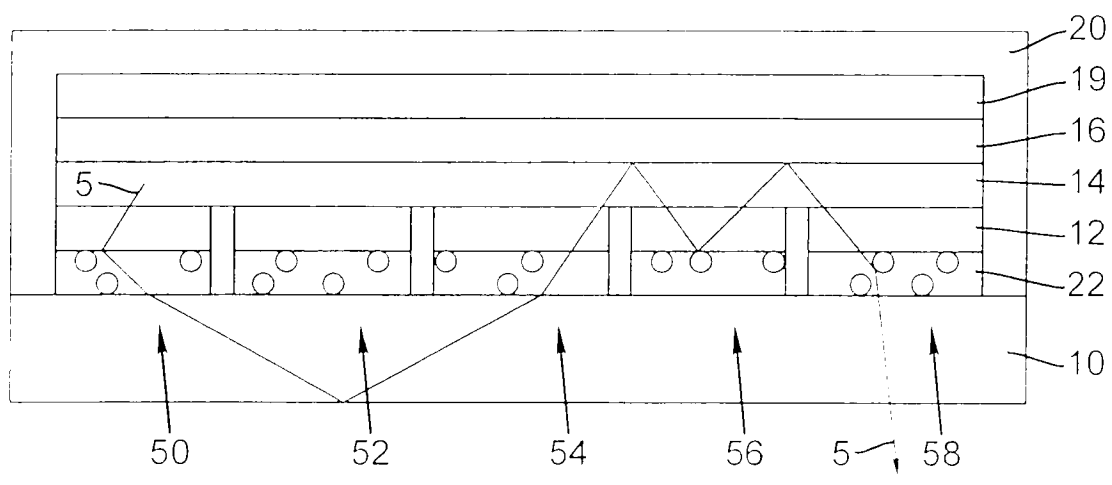


圖 10

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	基板
12	電極
14	EL單元
16	透明電極
18	間隙
20	覆蓋層
22	散射層
23	散射顆粒
50	發光區

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

發明專利說明書

修正
頁
年 月 日
99 7 18 補充

(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： 99120341

※申請日期： 97. 5. 30

※IPC 分類： H05B 33/02 (2006.01)
H05B 33/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有改良光輸出之電致發光裝置/ ELECTROLUMINESCENT DEVICE
HAVING IMPROVED LIGHT OUTPUT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

全球 OLED 科技公司

Global OLED Technology LLC

代表人：(中文/英文)

金周燮

KIM Joo Sup

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德拉瓦州威明頓市橘街 1209 號

1209 Orange Street, Wilmington, Delaware 19801, USA

國 籍：(中文/英文)

美國/ U.S.A

三、發明人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅納德 S 庫可

COK, RONALD S

國 籍：(中文/英文)

美國/ U.S.A

為 "Light extracting designs for organic light emitting diodes" 之美國專利公開案第 2004/0217702 號同樣揭示使用微結構提供內部折射率差異或內部或表面物理差異之應用，該等差異可在 OLED 內擾亂內部波導模式之傳播。當用於頂部發射體實施例中時，揭示在毗鄰覆蓋層處使用指數匹配之聚合物。

外用於 OLED 裝置之光散射層闡述於頒予 Shiang 之標題為 "Organic electroluminescent devices having improved light extraction" 之美國專利公開案第 2005/0018431 號及頒予 Horikx 等人之標題為 "System with an active layer of a medium having light-scattering properties for flat-panel display devices" 美國專利第 5,955,837 號中。該等揭示內容詳細揭示並界定位於基板上之散射層之特性。類似地，頒予 Duggal 等人之標題為 "Organic ElectroLuminescent Devices with Enhanced Light Extraction" 之美國專利第 6,777,871 號闡述輸出耦合器之應用，其包含具有特定折射率及散射特性之複合物層。儘管可用於抽取光，但此方法僅可抽取在基板中傳播之光(如光線 2 所示)且不能抽取經由有機層及電極傳播之光(如光線 3 所示)。

在任何情況下，散射技術自身皆可使光多次穿過光吸收材料層，光在此處被吸收且轉化為熱量。此外，在散射出裝置之前所捕獲光可經由覆蓋層、基板、或有機層水平傳播相當遠之距離，由此在諸如顯示器等像素化應用中降低裝置之清晰度。舉例而言，如圖 10 中所示，先前技術之像

射層22體積之比大於0.55。該比較佳介於0.55與0.75之間，且更佳介於0.55與0.65之間。LED可在基板10上形成，且覆蓋層20附著至基板而在LED與覆蓋層20內側之間形成間隙18。

根據圖9之仔細檢查可更透徹地瞭解EL單元14。據顯示典型LED 40結構在第一電極12與第二電極16之間含有電致發光(EL)單元14。在第一電極12與第二電極16之間所示EL單元14含有所有層(例如發光層33及電荷控制層35、37)，但不含電極12及16本身。發光層33可含有藉由電洞與電子之複合發光之任何材料。在一實施例中，圖9中所示發光層33在半導體基質31中含有發光量子點39。本揭示內容中所用量子點係發光奈米顆粒。如圖9中所示，量子點可為球形但並不限於此形狀。發光奈米顆粒可具有任何形狀，包括球形、桿狀及線狀，只要其係無機晶體奈米顆粒且在至少一維度上長度小於100 nm。發光奈米顆粒較佳表現量子侷限效應。半導體基質31在雜化裝置情況下可為有機主體材料，或在無機量子點LED情況下可為多晶無機半導體基質。視需要，EL單元14可分別含有p-型或n-型電荷傳輸層35及37以改良電荷注入。EL單元14可具有其他電荷傳輸層或接觸層(未顯示)。一種典型LED裝置使用玻璃基板、諸如氧化銦錫(ITO)等透明導電陽極、含有層堆棧之EL單元14、及反射性陰極層。EL單元14中之層可為有機層、無機層、或其組合。

在本發明各實施例中，光散射顆粒23可具有較光散射層

十、申請專利範圍：

1. 一種電致發光(EL)裝置，其包含：

基板；

發光區，其形成於該基板上且包含第一及第二電極及包含至少一個在該等電極之間形成之發光層之一或多個EL單元，其中至少一個電極係透明電極；

位於該發光區上之覆蓋層；及

位於該基板與覆蓋層之間之光散射層，其包含透明光散射顆粒，其中在該發光區上之該等透明光散射顆粒體積與該光散射層體積之比介於0.55與0.7之間，其中該基板或覆蓋層係透明的且可透射自該(等)EL單元發射之光，

其中在該光散射層之該所有透明光散射顆粒具有0.5-2微米之直徑。

2. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該光散射層位於該基板與該第一及第二電極中之一者之間或位於一電極與該(等)EL單元之間，或位於一電極與該覆蓋層之間。
3. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該光散射層毗鄰該第一及第二電極中之一者且與其接觸。
4. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該第一電極係在該基板上形成且與其毗鄰且為反射性電極，且該第二電極係在該(等)EL單元上形成且為透明電極，且該光散射層位於該透明第二電極上相對且遠離該第一反射性電極之該透明電極側。

5. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該第一電極係在該基板上形成且為透明電極，且該第二電極係在該(等)EL單元上形成且為透明電極，且該光散射層係在該第一透明電極與該基板之間。
6. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該第一及第二電極中之至少一個電極包括具有透明層及反射層之多個層，且其中該光散射層係在該透明層及該反射層之間形成。
7. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該等光散射顆粒係非球形且係隨機定向。
8. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中未經光散射顆粒佔據之大部分該光散射層體積係經氣體或真空佔據。
9. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該光散射層另外包含黏合劑，其光學折射率小於該等光散射顆粒之折射率且重量小於該等光散射顆粒重量之10%。
10. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其另外包含一或多個保護層，該等保護層係在該光散射層與該透明電極之間形成或在該光散射層上相對且遠離該透明電極之該光散射層側形成，或該等保護層係在該光散射層與該透明電極之間形成且在該光散射層上相對且遠離該透明電極之該光散射層側形成。
11. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該等光散射顆粒包含金屬氧化物或金屬氮化物。
12. 如請求項1之電致發光(EL)裝置，其中該光散射層之厚度小於1微米。

13. 一種形成電致發光(EL)裝置之方法，其包含以下步驟：

a) 提供具有發光區之LED，該發光區包含第一電極及第二透明電極及在該等電極之間形成之一或多個EL單元；

b) 形成包含可蒸發溶劑及複數個透明光散射顆粒之溶液，其中在該光散射層之該所有透明光散射顆粒具有0.5-2微米之直徑；

c) 將該溶液塗佈於相對該一或多個EL單元之該透明電極側；及

d) 乾燥該溶液以在該透明電極上形成光散射層，其中在該發光區上之該等透明光散射顆粒體積與該光散射層體積之比介於0.55與0.7之間。

14. 一種電致發光(EL)裝置，其包含：

基板；

發光區，其形成於該基板上且包含第一及第二電極及包含至少一個在該等電極之間形成之發光層之一或多個EL單元，其中至少一個電極係透明電極，該透明電極及EL單元材料具有第一折射率範圍；

位於該發光區上之覆蓋層，其具有第二折射率且來自該(等)EL單元之光發射透過該覆蓋層；

位於該基板與覆蓋層之間之光散射層，其包含透明光散射顆粒，其中在該光散射層之該所有透明光散射顆粒具有0.5-2微米之直徑，且其中在該發光區上之該等透明光散射顆粒體積與該光散射層體積之比介於0.55與0.7之

間，其中該基板或覆蓋層係透明的且可透射自該(等)EL單元發射之光；及

透明低指數元件，其具有低於該第一折射率範圍及第二折射率中每一者之第三折射率且位於該光散射層與該透明基板或覆蓋層之間。

15. 如請求項14之電致發光(EL)裝置，其中該覆蓋層係透明覆蓋層且其中該透明低指數元件毗鄰該透明覆蓋層且與其接觸，或其中該基板係透明基板且其中該透明低指數元件毗鄰該透明基板且與其接觸。

16. 如請求項14之電致發光(EL)裝置，其中該第一電極係透明電極且係在該基板上形成，且該第二電極係反射性電極且係在該一或多個EL單元上形成，且該光散射層係位於該透明低指數元件上且毗鄰該第一透明電極且與其接觸。